



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

“IMPLEMENTACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE UN MÓDULO PARA SIMULACIÓN DEL PROCESO DE ETIQUETADO AUTOMÁTICO PARA ENLATADOS, UTILIZANDO ROBOT INDUSTRIAL Y PLC, EN EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN DE LA FACULTAD DE MECÁNICA”

**REINO ZABALA CRYSTIAN ALFREDO
SEVERINO GAONA DIEGO EDUARDO**

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: PROPUESTAS TECNOLÓGICAS

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

RIOBAMBA – ECUADOR

2017

ESPOCH

Facultad de Mecánica

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

2017-01-17

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparado por:

REINO ZABALA CRYSTIAN ALFREDO

Titulado:

“IMPLEMENTACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE UN MÓDULO PARA SIMULACIÓN DEL PROCESO DE ETIQUETADO AUTOMÁTICO PARA ENLATADOS, UTILIZANDO ROBOT INDUSTRIAL Y PLC, EN EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN DE LA FACULTAD DE MECÁNICA”

Sea aceptado como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

Ing. Carlos Santillán Mariño

DECANO FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Pablo Montalvo Jaramillo

DIRECTOR

Ing. Marco Santillán Gallegos

ASESOR

ESPOCH

Facultad de Mecánica

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

2017-01-17

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparado por:

SEVERINO GAONA DIEGO EDUARDO

Titulado:

“IMPLEMENTACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE UN MÓDULO PARA SIMULACIÓN DEL PROCESO DE ETIQUETADO AUTOMÁTICO PARA ENLATADOS, UTILIZANDO ROBOT INDUSTRIAL Y PLC, EN EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN DE LA FACULTAD DE MECÁNICA”

Sea aceptado como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

Ing. Carlos Santillán Mariño

DECANO FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Pablo Montalvo Jaramillo

DIRECTOR

Ing. Marco Santillán Gallegos

ASESOR

EXAMINACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: REINO ZABALA CRYSTIAN ALFREDO

TRABAJO DE TITULACIÓN: **“IMPLEMENTACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE UN MÓDULO PARA SIMULACIÓN DEL PROCESO DE ETIQUETADO AUTOMÁTICO PARA ENLATADOS, UTILIZANDO ROBOT INDUSTRIAL Y PLC, EN EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN DE LA FACULTAD DE MECÁNICA”**

Fecha de Examinación: 2017-06-27

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Cesar Eduardo Astudillo Machuca PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Pablo Ernesto Montalvo Jaramillo DIRECTOR			
Ing. Marco Heriberto Santillán Gallegos ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Cesar Astudillo Machuca
PRESIDENTE TRIB.DEFENSA

EXAMINACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: SEVERINO GAONA DIEGO EDUARDO
TRABAJO DE TITULACIÓN: **“IMPLEMENTACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE UN MÓDULO PARA SIMULACIÓN DEL PROCESO DE ETIQUETADO AUTOMÁTICO PARA ENLATADOS, UTILIZANDO ROBOT INDUSTRIAL Y PLC, EN EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN DE LA FACULTAD DE MECÁNICA”**

Fecha de Examinación: 2017-06-27

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Cesar Eduardo Astudillo Machuca PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Pablo Ernesto Montalvo Jaramillo DIRECTOR			
Ing. Marco Heriberto Santillán Gallegos ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Cesar Astudillo Machuca
PRESIDENTE TRIB. DEFENSA

DERECHOS DE AUTORIA

El Trabajo de Titulación que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los Autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

REINO ZABALA CRYSTIAN ALFREDO

SEVERINO GAONA DIEGO EDUARDO

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Reino Zabala Crystian Alfredo y Severino Gaona Diego Eduardo, declaramos que el presente Trabajo de Titulación es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente, están debidamente citados y referenciados.

Como autores, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación.

REINO ZABALA CRYSTIAN ALFREDO

SEVERINO GAONA DIEGO EDUARDO

DEDICATORIA

La concepción de este proyecto está dedicado a mis padres los mismos que fueron los pilares fundamentales en mi vida, de manera muy especial a mí madre, ya que su lucha insaciable ha hecho de mi llegar a este momento y así poder cumplir con mi meta.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida durante mi formación a las que me encantaría agradecerles por su amistad, consejos y apoyo en los momentos más difíciles de mi vida, quiero darles las gracias por formar parte de mí y que Dios las bendiga.

A ellos este proyecto, que sin ellos no hubiese podido ser.

Crystian Alfredo Reino Zabala

Con grata satisfacción y gran alegría expreso una dedicatoria a través de este trabajo de titulación primeramente a Dios, a mi Familia en especial a mis padres: Santos Calixto SEVERINO y Esterfilia de Jesús Gaona por el apoyo incondicional a lo largo del transcurso de mis estudios universitarios en esta noble institución, a mis hermanos por ser eje fundamental de este logro, a todos mis amigos y compañeros que a lo largo de todo este proceso académico compartimos momentos de alegría y de tristeza que fortalecieron nuestra amistad.

Diego Eduardo Severino Gaona

AGRADECIMIENTO

En el presente trabajo de tesis primeramente agradezco a ti Dios por bendecirme y permitirme llegar a donde he llegado. A mis padres que siempre me brindaron el apoyo necesario para salir adelante.

A todos mis amigos que día a día compartimos conocimientos y experiencias durante mi carrera profesional. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, especialmente a la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, por darme la oportunidad de estudiar y llegar a ser un profesional.

Crystian Alfredo Reino Zabala

Agradezco a Dios por darme la vida, a mis padres y amigos, también a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en especial a la carrera de Ingeniería de mantenimiento y a todos los docentes que semestre tras semestre nos impartieron sus conocimientos, en especial al Ingeniero Ángel Silva, Ingeniero Marco Santillán y al Ingeniero Pablo Montalvo por toda la ayuda brindada durante el desarrollo del trabajo de titulación

Diego Eduardo Severino Gaona

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	1
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 <i>Objetivo general.</i>	3
1.3.2 <i>Objetivos específicos:</i>	3
2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 Automatización.....	4
2.1.1 <i>Sistema automatizado.</i>	4
2.1.1.1 <i>Parte de mando.</i>	5
2.1.1.2 <i>Parte operativa.</i>	5
2.2 PLC (PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER).....	5
2.2.1 <i>Funciones del PLC.</i>	5
2.2.2 <i>Ventajas del PLC.</i>	5
2.2.3 <i>Estructura externa.</i>	6
2.2.3.1 <i>PLC nano.</i>	7
2.2.3.2 <i>PLC compacto.</i>	7
2.2.3.3 <i>PLC modular.</i>	7
2.2.4 <i>Estructura interna del PLC.</i>	7
2.2.4.1 <i>Unidades funcionales y administración de entradas y salidas</i>	8
2.2.4.2 <i>Entradas analógicas.</i>	9
2.2.4.3 <i>Entradas digitales.</i>	9
2.2.4.4 <i>Unidad de salidas.</i>	9
2.2.4.5 <i>Unidades de salida analógicas.</i>	9
2.2.4.6 <i>Unidades de salida digitales.</i>	9
2.2.4.7 <i>Unidad lógica.</i>	10
2.2.4.8 <i>Fuente de alimentación.</i>	10
2.2.4.9 <i>Interfaces.</i>	11
2.2.4.10 <i>Memoria.</i>	11
2.3 PLC SIMATIC S7-1500.....	11
2.3.1 <i>Campo de aplicación.</i>	12
2.3.2 <i>Comunicaciones.</i>	12
2.3.3 <i>Estructura del SIMATIC S7-1500.</i>	13
2.4 SOFTWARE STEP 7	13
2.4.1 <i>Tía Portal.</i>	13
2.4.2 <i>Pantalla Simatic HMI siemens KTP 700.</i>	15
2.5 Robot industrial	16
2.5.1 <i>Robot industrial serie R.</i>	16
2.5.2 <i>Robot Industrial Kawasaki RS03N.</i>	16
2.5.2.1 <i>Características:</i>	17
2.5.2.2 <i>Aplicaciones.</i>	17
2.5.2.3 <i>Controlador E70 y sus características.</i>	18
2.5.2.4 <i>Teach Pendant.</i>	19
2.6 Sensor	20

2.6.1	<i>Clasificación de los sensores.</i>	20
2.6.1.1	<i>Sensores ópticos.</i>	20
2.6.1.2	<i>Sensores magnéticos.</i>	20
2.6.1.3	<i>Sensores inductivos.</i>	21
2.7	<i>Etiquetas</i>	21
2.7.1	<i>Tipos de etiquetas:</i>	22
2.7.2	<i>Etiquetadoras.</i>	23
2.7.2.1	<i>Clasificación.</i>	23
2.8	<i>Actuadores neumáticos.</i>	23
2.8.1.1	<i>Actuadores lineales.</i>	23

3.	<i>EQUIPOS, DISEÑO, MONTAJE Y PROGRAMACIÓN UTILIZADOS EN EL PROCESO DEL ETIQUETADO AUTOMÁTICO.</i>	25
3.1	<i>Equipos</i>	25
3.1.1	<i>Equipos utilizados en el etiquetado automático.</i>	25
3.1.2	<i>Accesorios utilizados en el etiquetado automático.</i>	25
3.2	<i>Descripción de los equipos</i>	26
3.2.1	<i>Módulo de control.</i>	26
3.2.2	<i>PLC SIMATIC S7 1500.</i>	26
3.2.3	<i>PLC SIMATIC S7-1200 1214C AC/DC/RLY.</i>	28
3.2.4	<i>Variador de frecuencia G110.</i>	29
3.2.5	<i>Panel SIMATIC HMI Siemens KTP700 Basic PN.</i>	30
3.2.6	<i>Robot industrial KAWASAKI RS03N.</i>	31
3.2.7	<i>Banda transportadora.</i>	32
3.2.8	<i>Etiquetadora DUODELI MX-6600.</i>	33
3.2.9	<i>Compact Switch Module CSM 1277.</i>	33
3.2.10	<i>Syslink.</i>	34
3.2.11	<i>Breaker.</i>	34
3.2.12	<i>Cables de comunicación DB-25.</i>	35
3.2.13	<i>Cable de comunicación ETHERNET RJ 45.</i>	35
3.2.14	<i>Electroválvula.</i>	36
3.2.15	<i>Cilindro neumático de simple efecto.</i>	36
3.2.16	<i>Sensor inductivo.</i>	37
3.2.17	<i>Sensor óptico.</i>	37
3.3	<i>Montaje de los equipos y componentes</i>	38
3.3.1	<i>Montaje del PLC S7 1500.</i>	38
3.3.1.1	<i>Montaje del suministro de corriente de carga para el S7-1500.</i>	39
3.3.1.2	<i>Montaje del CPU S7-1500.</i>	40
3.3.1.3	<i>Montaje del módulo de entrada digital DI 16x24 VDC.</i>	40
3.3.1.4	<i>Montaje del módulo de salidas digital.</i>	40
3.3.2	<i>Montaje del panel HMI KTP 700.</i>	41
3.3.3	<i>Montaje del PLC S7-1200.</i>	43
3.3.4	<i>Montaje del Compact Switch Module.</i>	44
3.3.4.1	<i>Alimentación del Compact Switch Module.</i>	44
3.3.4.2	<i>Comunicación del Compact Switch Module.</i>	45
3.3.5	<i>Montaje de los elementos de protección.</i>	45
3.3.6	<i>Montaje de las electroválvulas y de los cilindros neumáticos de simple efecto.</i>	45
3.3.7	<i>Montaje de la etiquetadora MX 6600.</i>	46

3.3.8	<i>Tarjetas Syslink.....</i>	46
3.3.8.1	<i>Construcción de las tarjetas Syslink.....</i>	46
3.4	<i>Programación del etiquetado automático</i>	47
3.4.1	<i>Comunicación de los componentes.....</i>	47
3.4.2	<i>Programación del proceso de etiquetado automático.....</i>	47
3.4.2.1	<i>Creación del nuevo proyecto.</i>	47
3.4.2.2	<i>Insertar el panel HMI KTP 700.....</i>	49
3.4.2.3	<i>Programación del controlador PLC S7 1500.....</i>	49
3.4.3	<i>Programación del panel HMI KTP 700.</i>	55
3.4.3.1	<i>Pantalla de Inicio o imagen raíz.</i>	56
3.4.3.2	<i>Pantalla del panel HMI del control automático.....</i>	56
3.4.3.3	<i>Pantalla del panel HMI del control manual.....</i>	57
3.4.4	<i>Programación del robot industrial.....</i>	58
4.	MANUAL DE OPERACION, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD DE LOS EQUIPOS.	59
4.1	<i>Manual de operación de los equipos.....</i>	59
4.1.1	<i>Inicio del etiquetado automático.</i>	59
4.2	<i>Mantenimiento de los componentes del etiquetado automático.....</i>	60
4.2.1	<i>Mantenimiento de los actuadores de simple efecto.</i>	61
4.2.2	<i>Mantenimiento del PLC S7 1200 y S7 1500.</i>	61
4.2.3	<i>Mantenimiento del panel HMI KTP 700.</i>	62
4.3	<i>Manual de seguridad de los componentes del etiquetado automático.....</i>	62
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	63
5.1	<i>Conclusiones.....</i>	63
5.2	<i>Recomendaciones</i>	64

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

	Pág.
1 Etapas para el proceso de adquisición de la señal de entrada analógica y digital.	9
2 Etapas para el proceso de envío de la señal de salida analógica y digital.	9
3 Valores de alimentación PLC	10
4 Tipos de memorias	11
5 Características Pantalla Simatic HMI siemens KTP 700	15
6 Aplicaciones Robot Industrial Kawasaki RS03N	18
7 Características Teach Pendant	19
8 Tipos de etiquetas	22
9 Características técnicas principales	22
10 Funcionamiento de los cilindros lineales.	23
11 Características CPU 1511-1 PN (6ES7 511-1AK00-0AB0)	27
12 Características entradas y salidas digitales DI 16x24VDC HF	27
13 Características fuente de alimentación de carga PM 190 W 120/230V CA	27
14 Descripción del diseño del PLC S7 1500	28
15 Características PLC SIMATIC S7-1200 1214C AC/DC/RLY	29
16 Características del variador de frecuencia G110	30
17 Características panel HMI KTP 700 Basic PN	30
18 Características del RS003N	32
19 Características Compact Switch Module	33
20 Características Syslink	34
21 Características del breaker	34
22 Características del Cable DB-25	35
23 Características del cable ETHERNET RJ 45	36
24 Características de la electroválvula	36
25 Características del cilindro neumático	37
26 Diagnóstico de actuadores de simple efecto.	61

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1 Esquema de partes del sistema automatizado	4
2 Esquema de funciones del PLC	6
3 Esquema de módulos a fines del PLC	7
4 Esquema de estructura interna del PLC	8
5 Unidades funcionales	8
6 Comportamiento de las unidades	10
7 Proceso con PLC SIMATIC S7-1500	12
8 Esquema de la estructura del PLC S7 1500	13
9 Esquema de pasos de configuración del TIA PORTAL	14
10 Pantalla Simatic HMI siemens KTP 700	15
11 Robot Industrial Kawasaki RS03N	16
12 Medidas del Controlador E70 y sus características	18
13 Señal Teach Pendant	19
14 Principio del sensor óptico	20
15 Funcionamiento del sensor inductivo.	21
16 Esquema de la clasificación de los actuadores neumáticos	24
17 Cilindros de simple efecto	24
18 Módulo de control	26
19 PLC SIMATIC S7 1500	27
20 PLC S7-1200	29
21 Variador de frecuencia G110	29
22 Vista frontal y trasera de la HMI KTP 700	30
23 Vista frontal del robot industrial	31
24 Vista lateral del robot industrial	32
25 Vista superior de la banda transportadora	32
26 Vista lateral de la etiquetadora MX 6600	33
27 Compact Switch Module CSM 1277	33
28 Syslink	34
29 Breaker	34
30 Cable DB-25	35

31	Cable DB-25	35
32	Electroválvula	36
33	Cilindro neumático de simple efecto	37
34	Sensor inductivo	37
35	Sensor óptico	38
36	Montaje del suministro de corriente de carga para S7-1500	39
37	Montaje del suministro de corriente de carga para S7-1500	39
38	Montaje del CPU S7-1500	40
39	Montaje del módulo de entradas digitales para el S7-1500	40
40	Montaje del módulo de salidas digitales para el S7-1500	41
41	Dimensiones del recorte de montaje	41
42	Montaje del panel en el recorte	42
43	Ubicación de los tensionadores en el panel HMI	42
44	Conexión del panel HMI	43
45	Comunicación del panel HMI con un controlador	43
46	Montaje PLC S7-1200	44
47	Montaje del Compact Switch Module	44
48	Montaje del Compact Switch Module	44
49	Comunicación del Compact Switch Module	45
50	Comunicación del Compact Switch Module	45
51	Montaje de las electroválvulas	45
52	Montaje de la etiquetadora	46
53	Montaje de las tarjetas Syslink	46
54	Comunicación PROFINET entre componentes	47
55	Creación del nuevo proyecto en TIA PORTAL V 13	48
56	Selección del controlador en TIA PORTAL V 13	48
57	Detección del controlador S7 1500 y sus componentes	48
58	Detección del controlador S7 1200 y sus componentes	49
59	Selección del panel HMI KTP 700	49
60	Líneas de programación del control de la banda transportadora	50
61	Líneas de programación del sistema de etiquetado.	51
62	Líneas de programación de la toma de la probeta.	52
63	Líneas de programación de la expulsión de la probeta.	53
64	Líneas de programación de la expulsión de la probeta.	54

65	Líneas de programación de la banda transportadora.	55
66	Líneas de programación de las conversiones del variador.	55
67	Imagen raíz del panel HMI.	56
68	Imagen del control automático del panel HMI.	56
69	Imagen del control manual del panel HMI.	57
70	Imagen del Teach Pental en modo aprendizaje	58
71	Control del Teach Pental	58
72	Selección del tipo de control.	60

LISTA DE ABREVIACIONES

PLC	Controlador lógico programable
CPU	Unidad central de procesamiento
ROM	Memoria de sólo lectura
RAM	Memoria de acceso aleatorio
KTP	Panel de Teclas Táctiles
Mb	Mega bytes
HMI	Interface hombre máquina
I	Entradas digitales
Q	Salidas digitales

LISTA DE ANEXOS

A	Tabla de Variables de Programación
B	Ficha de inspección
C	Planes de mantenimiento
D	Guías de laboratorio
E	Vistas de los movimientos del brazo robótico
F	Especificaciones del brazo robótico
G	Normativa de los sensores
H	Normativas del PLC S7 1500

RESUMEN

Se implementó un módulo para la simulación del proceso de etiquetado automático para enlatados, utilizando robot industrial y PLC en el Laboratorio de Automatización de la Facultad de Mecánica, el cuál será utilizado por los estudiantes tomando en cuenta las necesidades de los mismos y así complementar los conocimientos adquiridos y así tener una idea más amplia de los procesos industriales modernos de hoy en día. Para que este proceso se pueda realizar se utilizó diversos dispositivos, elementos y equipos entre ellos destacan los cilindros neumáticos de simple efecto, etiquetadora, electroválvulas, motor reductor, sensores, banda transportadora los cuales tienen la facilidad de ser operados ya sea de forma manual o automática desde el panel HMI KTP 700. Para poder controlar los PLC se realizará su correcta programación con ayuda del software TIA PORTAL V13, y con ayuda de los demás componentes se controlará la banda transportadora la cual llevará el pallet que contiene la probeta a ser etiquetada a cada uno de sus puntos de control donde serán censados y así dar lugar a la siguiente etapa del proceso de etiquetado. Para garantizar el funcionamiento se realizaron varias pruebas de funcionamiento y a su vez se elaboró planes de mantenimiento, fichas de inspección y una lista de diagnósticos sobre posibles fallas en los actuadores neumáticos. Se recomienda fortalecer los conocimientos de automatización mediante la actualización continua de tecnologías y así fortalecer el desenvolvimiento de los estudiantes siguiendo todas las medidas de seguridad y de esta manera proteger la integridad tanto del usuario como de los equipos.

PALABRAS CLAVE: <ROBOT INDUSTRIAL>, <TIA PORTAL V13 (SOFTWARE)>, <CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)>, <ETIQUETADORA>, <MOTOR REDUCTOR>, <BANDA TRANSPORTADORA>, <PANEL HMI KTP 700>.

SUMMARY

A module was implemented for the simulation of the automatic labeling process for canning, using an industrial robot and PLC in the Laboratory of Automation of the Faculty of Mechanics, which will be used by the students taking into account the needs of the same and thus complement the knowledge acquired and thus have a broader idea of the modern industrial processes of today. In order to make this process possible, various devices, elements and equipment were used, among them the single-acting pneumatic cylinders, labeling machine, solenoid valves, reducing motor, sensors, conveyor belt which have the facility to be operated either manually or automatic control from the HMI panel KTP 700. In order to control the PLCs and make them correctly programmed with the help of the software TIA PORTAL V 13, and with the help of the order components, the conveyor belt will be controlled which will carry the pallet containing the specimen to be labeled, each of its control points where they will be registered and thus lead to the next stage of the labeling process. In order to guarantee the operation, several functional tests were carried out and maintenance plans, inspection sheets and a list of diagnoses of possible failures in pneumatic actuators were drawn up. It is recommended to strengthen the student's development following all the security measures and this way to protect the integrity of the user as of the equipment.

Keywords: <INDUSTRIAL ROBOT>, <TIA PORTAL V13 (SOFTWARE)>, <PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)>, <LABELING>, <REDUCING MOTOR>, <TRANSPORTING BAND>, <HMI PANEL KTP 700>.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Con el pasar de los siglos la humanidad ha creado máquinas que imitan distintas partes del cuerpo humano y a su vez sus movimientos. En Europa por los siglos XVII y XVIII existían mecanismos que se asimilaban a los robots que hoy en día están al alcance de nuestras manos.

La reducción de un proceso ya sea de fabricación o de prestación de algún tipo de servicio nos conlleva a la creación de máquinas automatizadas que reproduzcan los movimientos de un trabajador, que faciliten el trabajo y brinde un ahorro de tiempo y dinero.

La automatización permite incrementar factores como la producción y la reducción de costos agilitando las diversas tareas designadas a la misma. Al tener un sistema automatizado se efectúan las diversas tareas con una mayor rapidez o de mejor manera de la que podría hacerlo un ser humano en el mismo intervalo de tiempo.

Es de importancia reconocer que la automatización desde su creación y aplicación empezó a generar más puestos de trabajo desde el punto de vista que dicha automatización necesita mantenimientos periódicos los cuales no se harán solos y es ahí donde interviene la capacidad humana.

Nuestra implementación en el laboratorio de automatización tiene como principal objetivo que los estudiantes se preparen y realicen prácticas o a su vez pruebas de laboratorio en donde puedan relacionarse con distintos procesos reales de hoy en día dentro de las industrias existentes, permitiéndoles de forma segura familiarizarse con los avances de la tecnología y estar de ese modo preparados para cubrir las exigencias que demanden las empresas donde su fuerte sea la automatización de procesos.

1.2 Justificación

Hoy en día muchas industrias están automatizadas o a su vez están utilizando tecnología de automatización en cualquier tipo de actividad que se requiera ahorrar tiempo. La Facultad de Mecánica al contar con el laboratorio de automatización, posee distintos módulos y equipos para automatización industrial, los cuales requieren ser sacados el mayor provecho posible de los estudiantes.

Los procesos industriales son algo muy indispensable en el ámbito de la educación superior, en nuestro caso como ingeniería de Mantenimiento no es la excepción, lo que se busca con este trabajo de titulación es brindar la mayor información y lograr la captación de los estudiantes y que por medio del proceso de etiquetado, así como el funcionamiento que realiza el PLC y el robot industrial, los estudiantes tengan una visión del desempeño de estos equipos en la industria y tener un tipo de experiencia que se podrá aplicar en el futuro cuando se encuentren inmersos en el ámbito laboral.

Tomando en cuenta las necesidades de los estudiantes se ha optado por implementar un módulo que contenga un PLC de última tecnología en este caso el PLC S7 1500 acompañado de sus respectivas entradas y salidas para su correcto funcionamiento y a su vez una pantalla HMI de última tecnología la SIMATIC HMI Siemens KTP700 Basic PN, todo esto brindará un mejor aprendizaje a los estudiantes y les ayudará a ganar una mayor experiencia en cuanto a procesos de automatización y a su vez a familiarizarse con estos nuevos componentes dentro de la industria en sí.

Al contar con el robot industrial KAWASAKI RS03N existente en el Laboratorio de Automatización Industrial y con la implementación antes mencionada se procederá a comunicar el módulo con el robot para así simular un proceso de etiquetado automático que es muy común hoy en día dentro de las grandes industrias, se utilizarán además otros elementos como electroválvulas, cilindros, sensores ópticos y sensores inductivos, un sistema de banda transportadora, para así llegar al proceso de la simulación total del proceso.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general.* Implementar y programar un módulo para simulación del proceso de etiquetado automático para enlatados, utilizando robot industrial y PLC en el Laboratorio de Automatización de la Facultad de Mecánica.

1.3.2 *Objetivos específicos:*

Diseñar el módulo y la programación de éste para la simulación del proceso de etiquetado a través del PLC S7 1500.

Establecer los parámetros de funcionamiento del brazo robótico KAWASAKI RS03N para el proceso de etiquetado a enlatados.

Ensamblar el proceso para el correcto funcionamiento de la simulación de etiquetado de enlatados, de una marca X con fecha de elaboración u otra información requerida.

Realizar pruebas de funcionamiento del módulo en el Laboratorio de Automatización de la Facultad de Mecánica.

Elaborar un manual de operación, mantenimiento y seguridad del módulo para la simulación del proceso de etiquetado de enlatados.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Automatización

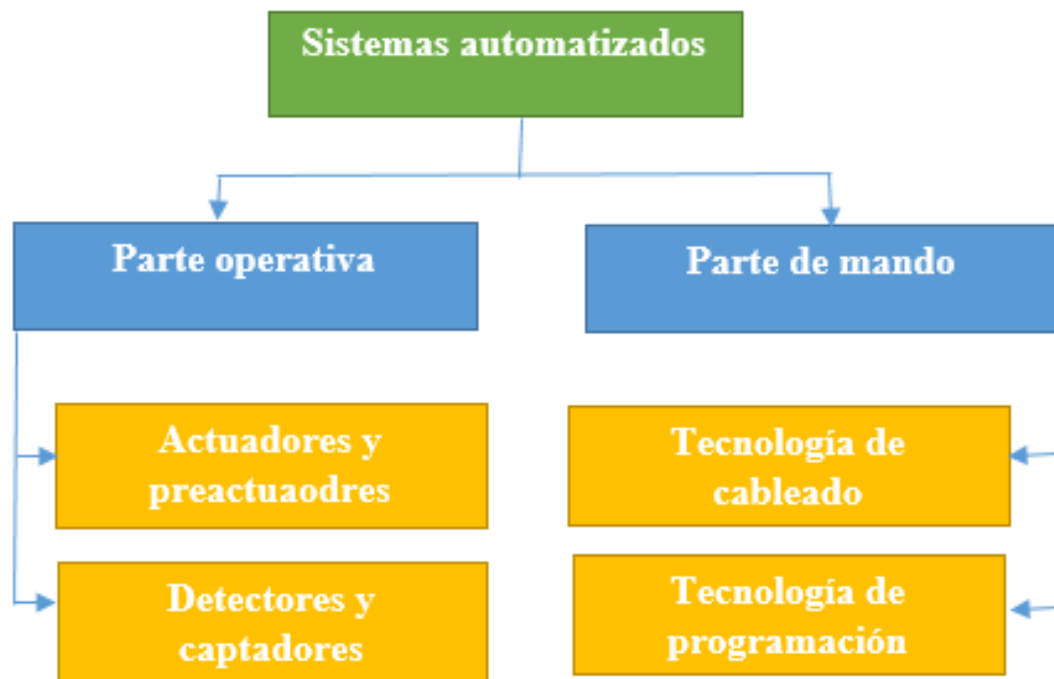
Del griego antiguo auto=guiado por uno mismo, esto nos hace referencia que la automatización se basa en la utilización de métodos o elementos sistematizados, eléctricos y mecánicos para lograr un control automático de dispositivos, máquinas y procesos de la industria para sustituir la intervención humana casi en su totalidad.

2.1.1 *Sistema automatizado.* Los sistemas automatizados se encargan de transferir las tareas a cargo de la producción, que comúnmente las realizan operadores de una planta, dichas tareas ahora las realiza un conglomerado de elementos y sistemas tecnológicos.

Un sistema automatizado está conformado como indica la figura 1:

Consta de la parte operativa y la parte de mando.

Figura 1.Esquema de partes del sistema automatizado



Fuente: (IELECTSERGIO, 2016)

2.1.1.1 *Parte operativa.* Estos elementos son los que actúan directamente con las máquinas para que realicen su trabajo estos para que un motor realice movimiento o una bomba realice la succión, en el caso de los accionadores encontramos a los cilindros los motores y en el caso de los captadores encontramos los diferentes tipos de sensores y transductores que recetan las señales para enviarlas a otro dispositivo como los PLC ,para que estos las procesen y revisen las mismas señales. (IELECTSERGIO, 2016)

2.1.1.2 *Parte de mando.* La parte operativa comprende la emisión de las órdenes que deben cumplir la maquina o el proceso, estas en su mayoría son emitidas desde el PLC que al recibir las señales este envía señales digitales o analógicas de salida hacia el proceso, mediante las tecnologías de cableado que permiten que el automatismo se realice mediante la interconexión de los distintos elementos que lo integran, mientras que las tecnologías de programación son más relevantes mediante el uso de microprocesadores que facilitan la interconectividad con otros elementos. (IELECTSERGIO, 2016)

2.2 PLC (Programmable Logic Controller)

El PLC o controlador lógico programable es un equipo capaz de controlar proceso de forma autónoma mediante la automatización de los mismos, estos procesos pueden ser secuenciales, ya que se asocian a la maquinaria que están inmersos en los procesos de producción para el control de sus actividades dentro de la industria.

Estos dispositivos tienen inmersos variedad de procesos industriales de diferentes tipos y ofreciendo a su vez una conexión a red; permitiendo la comunicación de un controlador lógico programable con una PC y otros elementos al mismo tiempo, para su monitoreo, seguimiento y reportes estadísticos.

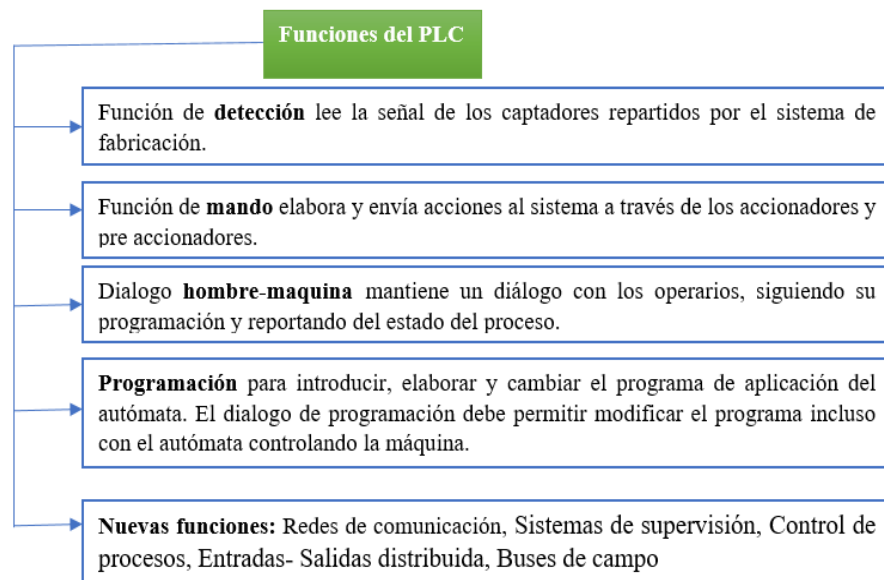
2.2.1 *Funciones del PLC.* En el siguiente mapa conceptual se describen las funciones principales del PLC. (Ver figura 2)

2.2.2 *Ventajas del PLC.* Entre las ventajas más importantes se pueden considerar las siguientes:

Tienen una gran variedad de modelos existentes para satisfacer las diferentes aplicaciones.

- Ocupan poco espacio.
- Realización de cambios sin cambiar cableado.
- Lista de materiales mínima, lo que reduce los costes.
- Tiempos de elaboración de proyectos reducidos.
- El alcance de almacenamiento del módulo de su memoria elevadamente grande para su almacenamiento.
- Dependiendo del modelo se pueden agregar entradas y salidas si el caso lo requiere.
- Su costo se recupera en corto tiempo.
- Mantenimiento económico por tiempos de paro reducidos.
- Aun estando fuera de servicio, el autómatas puede ser útil para controlar otros procesos o maquinas.
- Sus diferentes formas de programación permiten adecuarla para los diferentes procesos industriales. (BARRETO, 2016)

Figura 2. Esquema de funciones del PLC



Fuente: (SUPPORT, 2016)

2.2.3 *Estructura externa.* Clasificación de los PLC según bloques o elementos en que está dividido externamente.

2.2.3.1 *PLC Nano*. Este tipo de PLC se integra la fuente de alimentación, la unidad central de proceso, las entradas y las salidas, manejando un conglomerado reducido de entradas y salidas, en una cantidad menor a 100 teniendo una potencia de proceso muy limitada controlando máquinas muy pequeñas. También facilita el manejo de entradas y salidas digitales y de ciertos módulos especiales. (BARRETO, 2016)

2.2.3.2 *PLC Compacto*. Estos PLC tienen el mismo principio de estructura que los de tipo nano permitiendo controlar desde un mínimo de entradas y salidas hasta un máximo aproximado de 500 entradas y salidas, en tamaño supera a los PLC Nano además que pueden soportar una gran diversidad de módulos especiales, como los siguientes (BARRETO, 2016):

Figura 3. Esquema de módulos a fines del PLC



Fuente: (BARRETO, 2016)

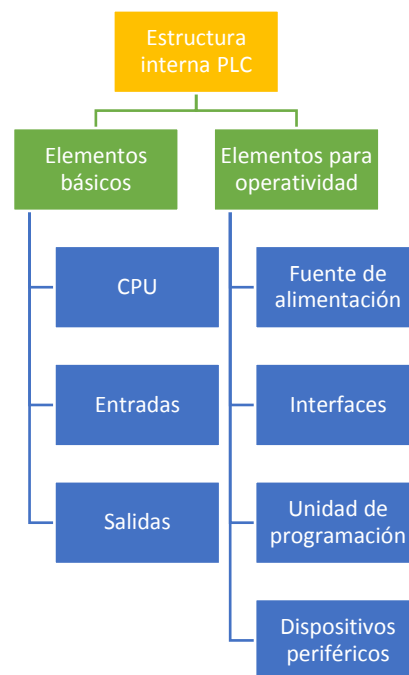
2.2.3.3 *PLC Modular*. Los elementos que conforman el controlador final en este tipo de controlador lógico programable son el conjunto cuya característica principal sin duda es la existencia de un módulo para los diferentes elementos que componen el PLC como el rack que es la estructura que permite sostener o albergar el dispositivo, la fuente de alimentación, la unidad central de proceso y los módulos de entradas y salidas existiendo los siguientes (BARRETO, 2016):

- Micro-PLC el cual soportan gran número de entradas y salida.
- PLC de grandes prestaciones maneja miles de entradas y salidas.

2.2.4 *Estructura interna del PLC*. Generalmente dentro de la estructura interna del PLC, tenemos dos divisiones:

Los elementos básicos y los elementos para operatividad.

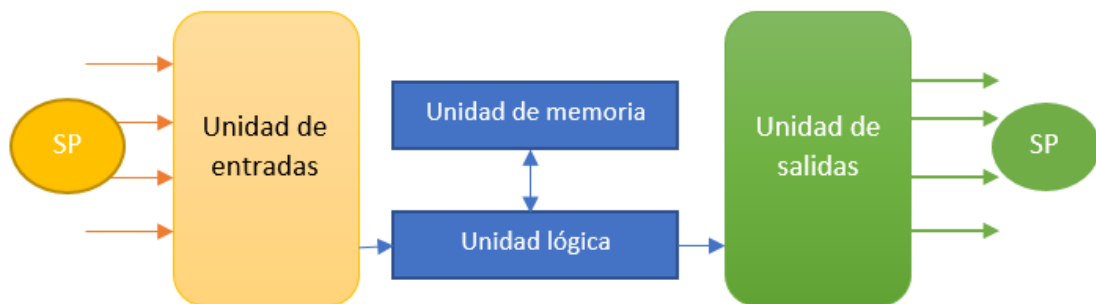
Figura 4. Esquema de estructura interna del PLC



Fuente: (SUPPORT, 2016) (BARRETO, 2016)

2.2.4.1 Unidades funcionales y administración de entradas y salidas.

Figura 5. Unidades funcionales



Fuente: (SIMATIC , 2013)

Las unidades de entrada brindan el aislamiento eléctrico correspondiente del entorno y acondiciona el voltaje emitido por las señales eléctricas receptadas por el PLC que proceden de los contactos. Las señales se ajustan a los rangos de voltaje que son marcados por la unidad lógica. Al módulo se conectan los captadores que pueden ser de tipo pasivo o activo. Una vez que recibe la información, se la envía al CPU para que se procese de acuerdo a la programación local. (BARRETO, 2016)

Tabla 1. Etapas del proceso de adquisición de la señal de entrada analógica y digital.

Analógica	Digital
Filtrado	Protección contra sobretensiones
Conversión A/D	Filtrado
Memoria Interna	Puesta en forma de onda
	Aislamiento galvánico o por opto acoplador

Fuente: (SUPPORT, 2016)

2.2.4.2 *Entradas analógicas.* Facilitan que el PLC trabaje con activadores de mando analógico y analicen señales del mismo tipo que pueden ser la temperatura, la presión o el caudal.

2.2.4.3 *Entradas digitales.* Permiten conectar al PLC de tipo todo o nada, realizan su trabajo con señales de tensión interpretando a 24V como 1 y 0V como 0.

2.2.4.4 *Unidad de Salidas.* Estas unidades tienen un comportamiento muy similar a los bancos de relés, utilizados en los obsoletos controladores lógicos tipo tambor. Diferenciándose en que las unidades de entrada y salida de los PLC tienen un estado sólido. Tras La supresión de contactos mecánicos obtenemos elevada velocidad de operación. (BARRETO, 2016)

2.2.4.5 *Unidades de salida analógicas.* Permiten que el estimado de una variable numérica interna del PLC pase a convertirse en tensión o intensidad, realizando una transformación con una exactitud definida en número de bits y cada periodo de tiempo.

2.2.4.6 *Unidades de salida digitales.* Permiten al PLC ejercer su funcionamiento sobre los preaccionadores y accionadores que recepen indicaciones de tipo todo o nada convirtiéndose en la apertura o cierre de un regulador interno del PLC mediante valor binario de las salidas digitales.

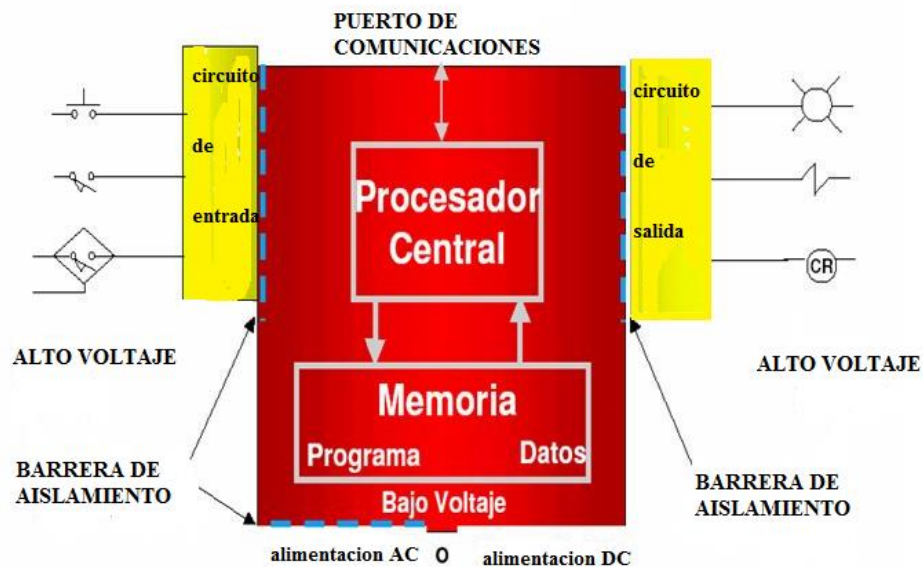
Tabla 2. Etapas para el proceso de envío de la señal de salida analógica y digital.

Analógica	Digital
Aislamiento galvánico	Puesta en forma
Conversión A/D	Aislamiento
Protección electrónica de la salida	Protección electrónica
	Tratamiento cortocircuito

Fuente: (SUPPORT, 2016)

2.2.4.7 *Unidad Lógica.* Es la parte central del PLC, la cual se fundamenta en un procesador de muy pequeñas dimensiones en el cual cuyos elementos están conglomerados en un solo circuito integrado. La unidad lógica realiza las ordenes programadas en la memoria, para el desarrollo del compendio de control lógico que se han diseñado con anterioridad. (BARRETO, 2016)

Figura 6. Comportamiento de las unidades



Fuente: (BARRETO, 2016)

2.2.4.8 *Fuente de alimentación.* Es la encargada de suministrar energía con tensiones a todos los diferentes elementos que conforman los circuitos que permiten el funcionamiento correcto del PLC y de todos sus componentes.

Tabla 3. Valores de alimentación PLC

Alimentación de tensión	Valor de tensión
CPU	Corriente continua: a 24 Vcc, tensión muy frecuente en cuadros de distribución.
	Corriente alterna a 110/220 Vca.
	En cualquier caso, es el propio CPU el que alimenta las interfaces conectadas a través del bus interno.
Circuitos E/S	Corriente alterna a 48/110/220 Vca.
	Corriente continua a 12/24/48 Vcc.

Fuente: (SUPPORT, 2016)

2.2.4.9 *Interfaces.* Los PLC son capaces de conducir valores tensiones e intensidades requeridas en las industrias, ya que cuentan con un bloque de circuitos de interfaz de E/S muy fuerte, permitiendo conectar de forma directa con los sensores y accionamientos que intervienen en el proceso. (BARRETO, 2016)

2.2.4.10 *Memoria.* La memoria es la encargada de almacenar el código de mensajes o instrucciones que se va a ejecutar mediante la unidad lógica del PLC:

Tabla 4. Tipos de memorias

Memorias	Significado
PROM o ROM	Memoria de sólo lectura
RAM	Memoria de acceso aleatorio
EPRON	Memoria de solo lectura, reprogramables con borrado por ultravioletas.
EEPRON	Memoria de solo lectura, alternables por medios eléctricos.

Fuente: (SISMATIC1500, 2016)

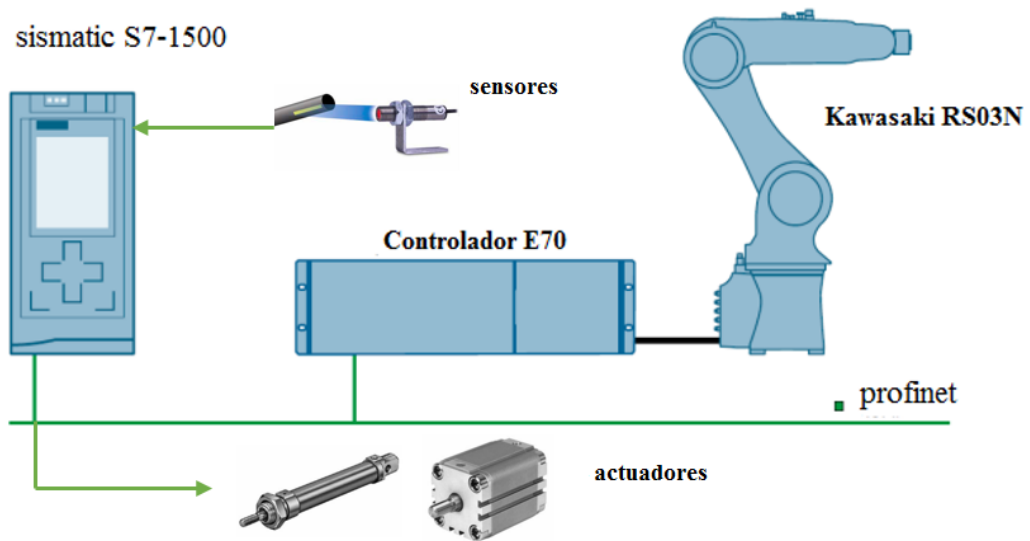
Del proceso como las señales de planta, entradas y salidas, y variables internas de bit y de palabra, así como los datos alfanuméricos y constantes.

Datos de control como instrucciones de usuario, Configuración del PLC. (BARRETO, 2016)

2.3 PLC SIMATIC S7-1500

El PLC SIMATIC S7-1500 marca el perfeccionamiento de los anteriores sistemas de automatización SIMATIC S7-300 y S7-400. Demuestra una mayor eficiencia para una máxima productividad con sus diversas mejoras. Beneficiándose las pequeñas máquinas de serie como las instalaciones más complejas con altas demandas en cuanto a determinística y velocidad. Para una máxima eficiencia de ingeniería el SIMATIC S7-1500 está integrado en el Totally Integrated Automation Portal. (SISMATIC1500, 2016).

Figura 7.Proceso con PLC SIMATIC S7-1500



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego

2.3.1 *Campo de aplicación.* El sistema de automatización S7-1500:

Ofrece la flexibilidad y el rendimiento necesarios para el elevado ancho de banda de aplicaciones de control de la construcción de instalaciones y máquinas.

La estructura escalable permite adaptar el controlador a las exigencias a pie de proceso.

El sistema de automatización S7-1500 está homologado para el tipo de protección IP20 y para el montaje en un armario eléctrico. (SIEMENS, 2016)

2.3.2 *Comunicaciones.* Las interfaces para una comunicación a través de PROFINET y en parte también a través de PROFIBUS DP ya están integradas en las CPU. Los módulos de comunicación aumentan la capacidad comunicativa del S7-1500 con funciones de comunicación adicionales u otras interfaces de comunicación.

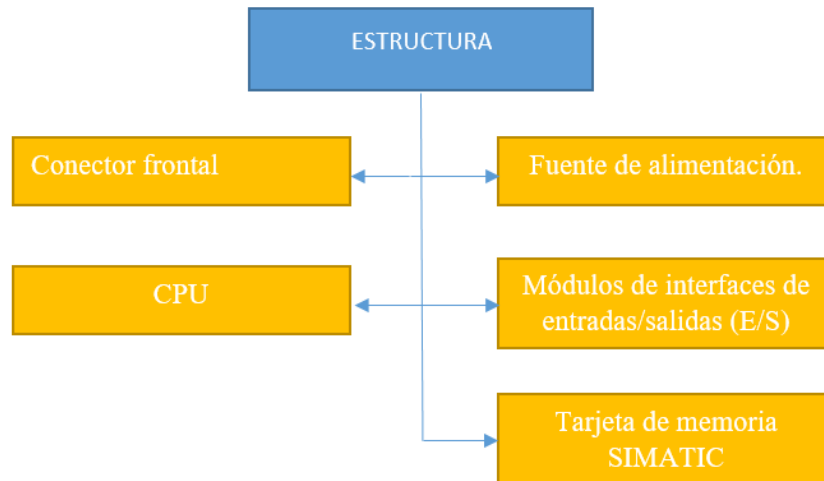
Comunicación serial a través de una conexión punto a punto (CM PtP).

Conexión industrial Ethernet con funciones de seguridad (CP 1543-1).

Módulo PROFIBUS de alto rendimiento (CM 1542-5).

2.3.3 *Estructura del SIMATIC S7-1500.* La estructura básica del hardware de un controlador lógico programable está constituida por:

Figura 8. Esquema de la estructura del PLC S7 1500



Fuente: (SISMATIC1500, 2016) (SUPPORT, 2016)

2.4 Software STEP 7

STEP 7 es un software de programación de PLC (Controladores Lógicos Programables el SIMATIC-S7 de Siemens, es el sucesor de SIMATIC S5 STEP 7) que está ampliamente extendido en toda Alemania. Los autómatas SIMATIC constituyen un estándar en la zona, compitiendo en primera línea con otros sistemas de programación y control lógico de autómatas, según la norma IEC 61131-3. (STEP_7, 2016)

2.4.1 *Tía Portal.* Cómo sus siglas en ingles la describen Totally Integrated Automation es el novedoso sistema aplicado de ingeniería mediante el software el cual concede configurar de forma instintiva y eficiente todos los procesos de planificación y producción. Funciona de excelente forma ya que ofrece un ambiente de ingeniería unificado en todas las actividades de control, visualización, accionamiento y soporte en todas las áreas implicadas en la creación de una solución de automatización, a su vez que la información y proyectos preexistentes pueden integrarse a un nuevo proyecto con mucha facilidad, convirtiéndose en una inversión a largo plazo. (TIA, 2013)

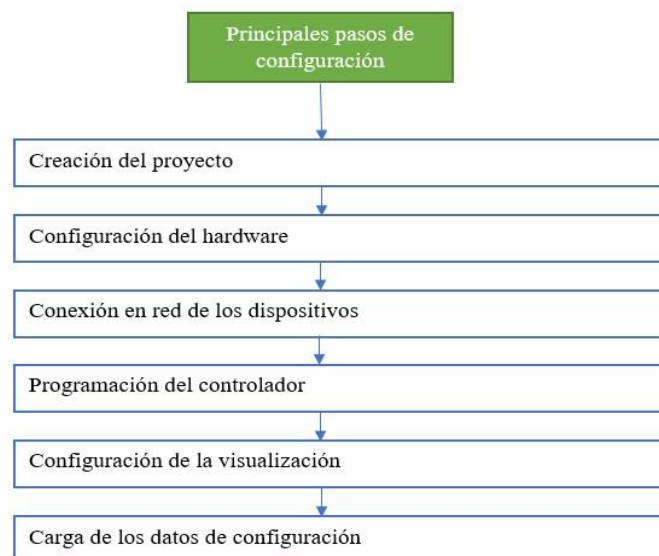
Trabajar bajo la plataforma TIA Portal permite en un solo entorno de programación realizar todas las tareas de automatización relacionadas principalmente con el PLC, el HMI, la supervisión y los variadores de velocidad. (S.R.L., 2014)

Con esta plataforma en común, el conocimiento del software puede ser aplicado uniformemente ahorrando tiempos de ingeniería. Pero no solo eso, lo más destacado es que para un proyecto con dos o más de estos componentes, se tiene una base de datos común garantizando la coherencia de la información. Por lo tanto, si un cambio es realizado en una parte del proyecto, éste será ajustado y modificado a lo largo de todos los componentes involucrados. (S.R.L., 2014)

Las funciones offline y online del TIA Portal ofrecen las funcionalidades del S7-1500 ya mencionadas, como diagnóstico integrado, trace, Profinet IRT, control de movimiento, autoajuste PID y comparación entre proyectos, entre otras. Adicionalmente, la configuración y programación de otros dispositivos y su comunicación con los PLC. (S.R.L., 2014)

En el TIA Portal es posible programar con Step 7, los PLC Simatic S7-1500, S7-1200, S7-300, S7-400; con WinCC Comfort/Advance, los paneles Comfort; con WinCC Professional sistemas Scada, y con el nuevo StartDrive, variadores de velocidad. (S.R.L., 2014)

Figura 9. Esquema de pasos de configuración del TIA PORTAL



Fuente: (STEP_7, 2016) (S.R.L., 2014)

2.4.2 *Pantalla Simatic HMI siemens KTP 700.* Esta novedosa pantalla garantiza una calidad del proceso mejorada que, mediante la visualización, la garantía del proceso mejora elevadamente en instalaciones compactas y pequeñas ante sus aplicaciones. Así, los SIMATIC HMI paneles básicos de segunda generación gracias a sus funciones nos traen nuevas opciones para la manipulación y visualización en el sector industrial.

Figura 10. Pantalla Simatic HMI siemens KTP 700



Fuente: (SUPPORT, 2016)

Tabla 5. Características Pantalla Simatic HMI siemens KTP 700

Características	Descripción
Pantallas panorámicas de alta resolución	<p>Serie de iniciación, idónea para aplicaciones HMI sencillas</p> <p>Montaje compatible con los SIMATIC HMI Confort Panels y los SIMATIC HMI Basic Panels 4" y 6" existentes.</p> <p>Pantallas panorámicas de alta resolución y atenuables con 64.000 colores</p>
Innovadora interfaz de usuario gráfica	<p>Innovadora interfaz de usuario y facilidad de uso mejorada gracias a los nuevos controles y gráficos</p> <p>Funcionalidad táctil o con teclado para manejo intuitivo</p> <p>Interfaz para conexión con diversos PLC.</p> <p>Variantes para PROFIBUS y PROFINET</p>
	<p>Archivado mediante lápiz USB</p> <p>Ingeniería en el TIA Portal</p>

Fuente: (SIMATIC , 2013) (SUPPORT, 2016)

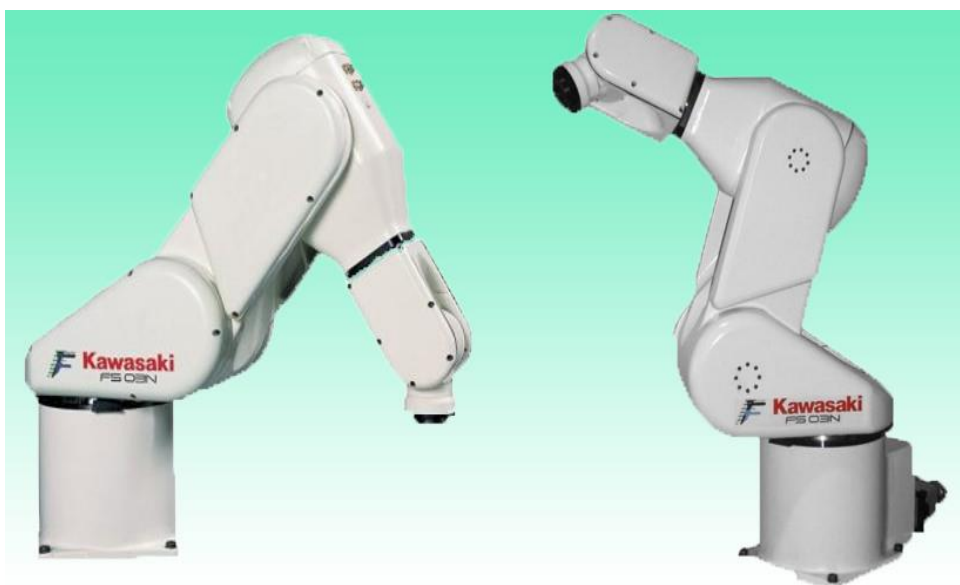
2.5 Robot industrial

Este tipo de robot industrial en forma de brazo robótico tiene principios de funcionamiento mecánico y neumático, que se puede programar, con funcionalidad similar a las de una extremidad superior de un humano; el brazo puede ser el conjunto de elementos y mecanismo o a su vez tener un grado de complejidad más alto. Estos brazos cuentan con articulaciones las cuales permitirán ejercer movimientos rotacionales, como un movimiento traslación, desplazamiento axial o perpendicular.

2.5.1 *Robot industrial serie R.* La serie R representa unos pequeños robots industriales de mediano servicio, tiene un diseño compacto junto con la velocidad, tiene un alcance y rango de trabajo lo ha convertido en líder en la industria ideal para una gama amplia de aplicaciones en las diversas industrias. (KAWASAKI, 2015).

2.5.2 *Robot Industrial Kawasaki RS03N.* Este es un robot de origen japonés tiene un peso ligero del brazo, los motores de alta revolución lo hacen líder en la industria, además de tener un alto torque que permite a los diseñadores de sistemas elegir entre una amplia gama de herramientas, y les proporciona más flexibilidad cuando trabajan con piezas complejas, los movimientos extendidos que posee el robot significan una mayor área de trabajo utilizable con un mínimo de espacio muerto, lo que equivale a mayor flexibilidad. (KAWASAKI, 2015)

Figura 11. Robot Industrial Kawasaki RS03N



Fuente: (KAWASAKI, 2015)

2.5.2.1 *Características:*

Incorpora líneas neumáticas y cableado interno de los sensores y válvulas solenoides que son estándares. (KAWASAKI, 2015)

Doble sello en todos los ejes y las conexiones eléctricas resistentes al agua, que ofrece una clasificación IP67 para la muñeca e IP65 para los ejes restantes. (KAWASAKI, 2015)

Proporcionan un torque de la capacidad de carga. (KAWASAKI, 2015)

La tasa de aceleración se ajusta automáticamente para adaptarse a la carga útil y la postura del robot. (KAWASAKI, 2015)

Tiene 6 ejes que llega a pesar sólo 20 kg. (KAWASAKI, 2015)

Unidad de alta velocidad tiene frenos en todos los ejes. (KAWASAKI, 2015)

Incorpora líneas neumáticas internas. (KAWASAKI, 2015)

Su tamaño compacto permite que sea montado directamente en una parte superior de la máquina o de la mesa. (KAWASAKI, 2015)

Posee alta velocidad de operación con movimientos rotacionales y angulares. (KAWASAKI, 2015)

Posee el movimiento de interpolación lineal que significa que debe mover dos o tres articulaciones al mismo tiempo, la cual es muy importante para la manipulación del robot y control del mismo. (KAWASAKI, 2015)

2.5.2.2 *Aplicaciones.*

Dentro de las aplicaciones destacan las de ensamblaje, etiquetado, dispensas, máquina herramienta, manejo de materiales y soldadura, siendo estas las más importantes dentro de las aplicaciones del robot industrial.

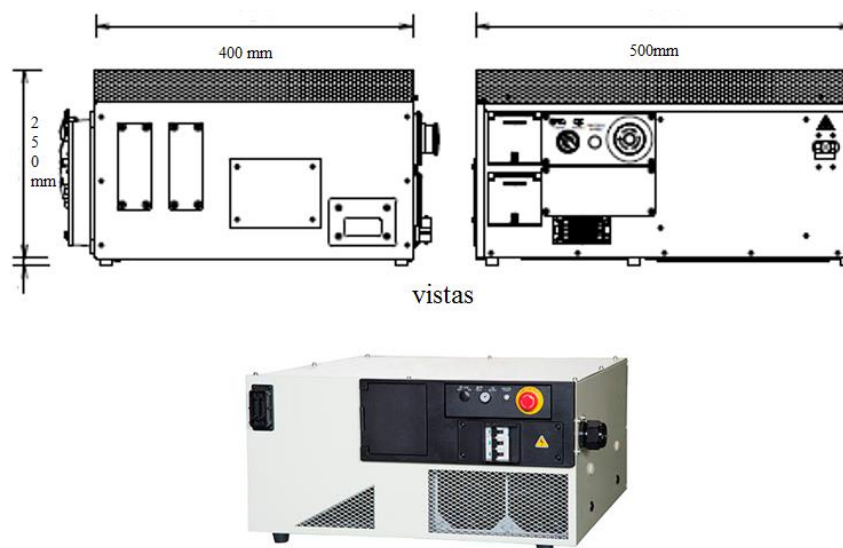
Tabla 6. Aplicaciones Robot Industrial Kawasaki RS03N

Aplicación	Procesos
Ensamblaje	Proceso de armado, montaje de piezas.
Etiquetado	Proceso de colocación de etiquetas en enlatados, botellas, entre otros.
Dispensas	Proceso de almacenaje de piezas.
Máquina herramienta	Proceso de ensamblajes.
Manejo de materiales	Proceso de selección de materiales
Soldadura	Proceso de soldadura en el sector automotriz.

Fuente: (KAWASAKI, 2015)

2.5.2.3 Controlador E70 y sus características.

Figura 12. Medidas del Controlador E70 y sus características



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

Este controlador posee las siguientes características para el manejo del RS03N:

Posee opción para operación del robot de manual y automática mediante la ubicación de la llave de control ubicada en la parte delantera del controlador. (KAWASAKI, 2015)

Las funciones pueden ser combinadas y fácilmente, además el lenguaje de programación permite el movimiento al robot Kawasaki de forma de secuencias. (KAWASAKI, 2015)

Permite más precisión para el control de trayectoria, la carga, ejecución y almacenamiento de archivos de los programas son más rápido debido a que la memoria ha sido ampliada. (KAWASAKI, 2015)

Posee una serie de funciones incluyendo un autodiagnóstico sobre los errores de hardware y aplicaciones maximizando la solución de problemas y reducir el tiempo de reparación. El diagnóstico remoto a través del servidor web puede funcionar desde cualquier parte del mundo. (KAWASAKI, 2015)

2.5.2.4 Teach Pendant.

Figura 13. Señal Teach Pendant



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego

Tabla 7.Características Teach Pendant

Numeral	Característica
1	Monitor de colores de 6.5 pulgadas
2	Muy fácil de manipular el operario
3	Contiene panel táctil que consta de 58 teclas de mando.
4	Habilita la potencia de los motores del robot hasta activar el ciclo de marcha
5	Desde la consola con la pantalla de fácil navegación.

Fuente: (KAWASAKI, 2015)

2.6 Sensor

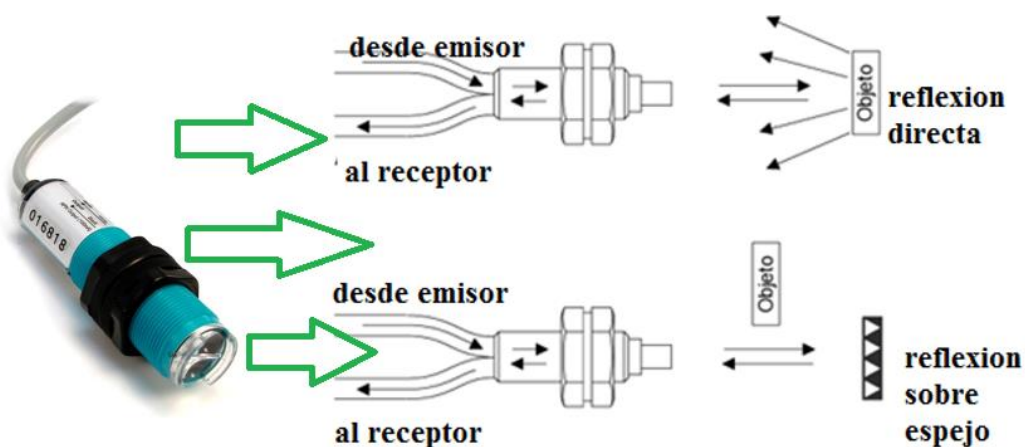
Se conoce como sensor aquel dispositivo de instrumentación que capta acciones o estímulos externos a través de magnitudes de variables físicas o químicas para transformarlas en señales eléctricas que sean cuantificables y manipulables.

Todos los sensores que encontramos en los procesos automatizados de las industrias tienen una normalización que especifican normas de seguridad, rangos de voltaje, tamaños y medidas de los sensores, ver ANEXO G.

2.6.1 *Clasificación de los sensores.* Según el tipo del parámetro variable a detectar.

2.6.1.1 *Sensores ópticos.* Son considerados como aquellos sensores que detectan el cambio del haz de luz a través de la interacción de esta con un objeto o la materia interrumpiendo el paso de luz captada por el sensor.

Figura 14. Principio del sensor óptico



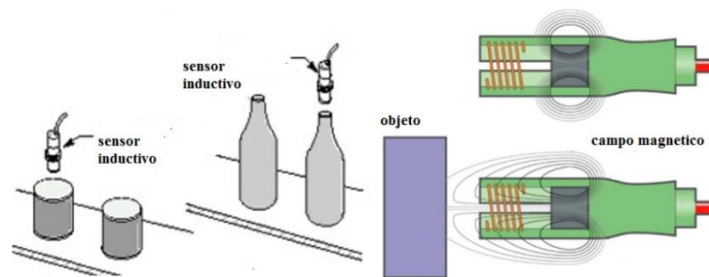
Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

2.6.1.2 *Sensores magnéticos.* Estos sensores actúan ante la presencia de materiales metálicos o al percibir la presencia de campos magnéticos inducidos por corrientes eléctricas o imanes permanentes, para la conmutación de los mismos no es necesario que el objeto tenga contacto directo con el sensor ya que los campos magnéticos pueden atravesar elementos que no generen este tipo de campo y sirviéndose del efecto hall para la medición del mismo y determinar la posición del objeto.

2.6.1.3 *Sensores inductivos.* Estos sensores son utilizados para detectar elementos metálicos, se los utiliza para la detección de posicionamiento presencia o ausencia de elementos ferrosos para detectar el paso, el atasco, la codificación y la cuantificación de los mismos, al modificar un campo magnético. (INSTRUMENTACION, 2016)

Consiste en un inducido interno que crea un campo magnético en direcciones opuestas cuyo campo al entrar en contacto con algún elemento cercano es detectado por el sensor. Bajo parámetros estáticos no existe movimiento alguno en la dirección de flujo y no provoca ninguna corriente en el inducido. Cuando un elemento ferroso ingresa o abandona el campo del imán permanente, tenemos como resultado una alteración en las direcciones de flujo induciendo un pulso de corriente, similar a la velocidad del re direccionamiento del flujo. El medio para la detección de la proximidad de un elemento está dado por la forma ondulatoria de la tensión a la salida del devanado. (INSTRUMENTACION, 2016)

Figura 15.Funcionamiento del sensor inductivo.



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

Configuraciones:

- La configuración Normal Abierta, activará la salida cuando el metal a detectar ingrese al área de detección.
- La configuración Normal Cerrada, activará la salida cuando el metal a detectar salga del área de detección. (INSTRUMENTACION, 2016)

2.7 Etiquetas

Es un elemento que contiene determinado tipo de dato, la función de las etiquetas, es mostrar un determinado tipo de información que identifique los diferentes tipos de

productos y asegurar o garantizar su calidad. La etiqueta puede ser de diferentes tipos de materiales según sea necesario su uso.

El etiquetado de un elemento o producto es toda aquella designación que aporta información sobre nombrado producto, como se caracterizan, formas de uso, marcas, fechas de fabricación y de expiración, código de barras, en fin, las etiquetas son parte fundamental de cualquier producto. (SALEON, 2016)

2.7.1 Tipos de etiquetas:

Tabla 8.Tipos de etiquetas

Clasificación	Subdivisión
Según su tipo de aplicación	Etiquetas autoadhesivas. Etiquetas térmicas protegidas/no protegidas. Etiquetas en relieve. Etiquetas para pegado mediante humedad.
Según su uso	Etiquetas láser. Etiquetas fluorescentes. Etiquetas de códigos de barras. Etiquetas RFID (de radiofrecuencia.)
Según el material:	Etiquetas de papel. Etiquetas metalizadas y de aluminio. Etiquetas de sintéticas.
Según la colocación en el envase:	Frontal Envolvente Retractiles

Fuente: (SALEON, 2016)

Tabla 9. Características técnicas principales

Característica	Propiedad
Material de la etiqueta y requerimientos de impresión.	Propiedades de brillo, colorido, flexibilidad y resistencia.
Coste de la etiqueta.	Valores en función forma, tamaño.
Tipo de producto a etiquetar	Dimensiones, color, materiales, tratamientos.
Tipo de adhesivo en caso de llevarlo	Calidad del adhesivo.

Fuente: (SALEON, 2016)

2.7.2 *Etiquetadoras.* Se considera etiquetadora a todo dispositivo destinado a la colocación o ubicación de etiquetas en determinados objetos. En el campo de la industria son muy indispensable en los procesos de los productos por lo cual existen tres tipos básicos de etiquetadoras que son las automáticas, semiautomáticas y manuales.

2.7.2.1 *Clasificación.* Existen según el sistema de aplicación del adhesivo, generalmente usadas en etiquetadoras rotativas con cabezales de adhesivo, según el tipo de producto a etiquetar ya sean en cajas, pallets, sacos, frascos, etc.

Cabe destacar que la clasificación depende mucho de los requerimientos del usuario y del tipo de actividad que se vaya a realizar.

2.8 Actuadores neumáticos

Un actuador es un mecanismo que es capaz de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre un proceso automatizado. (NEUMATICA, 2016)

2.8.1 *Clasificación de los actuadores.* Dentro de esta clasificación tenemos actuadores lineales, de giro y especiales como se observa en la figura 16.

2.8.1.1 *Actuadores lineales.* Este tipo de cilindros neumáticos indistintamente de su diseño de construcción, simbolizan los actuadores más frecuentes que se usan en circuitos neumáticos.

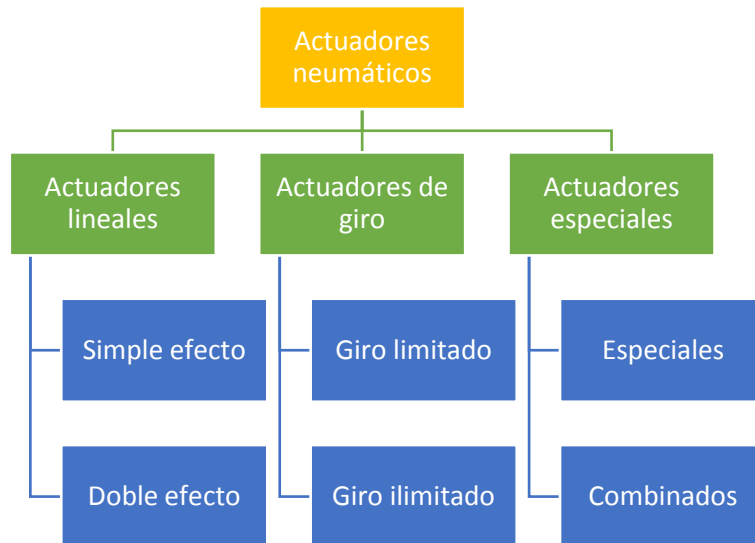
Tenemos dos tipos : de simple y de doble efecto.

Tabla 10.Funcionamiento de los cilindros lineales.

Cilindros lineales	Funcionamiento
Cilindros de simple efecto	Tienen una entrada de aire para producir una carrera de trabajo en un sentido.
Cilindros de doble efecto	tienen dos entradas de aire para producir carreras de trabajo de salida y retroceso

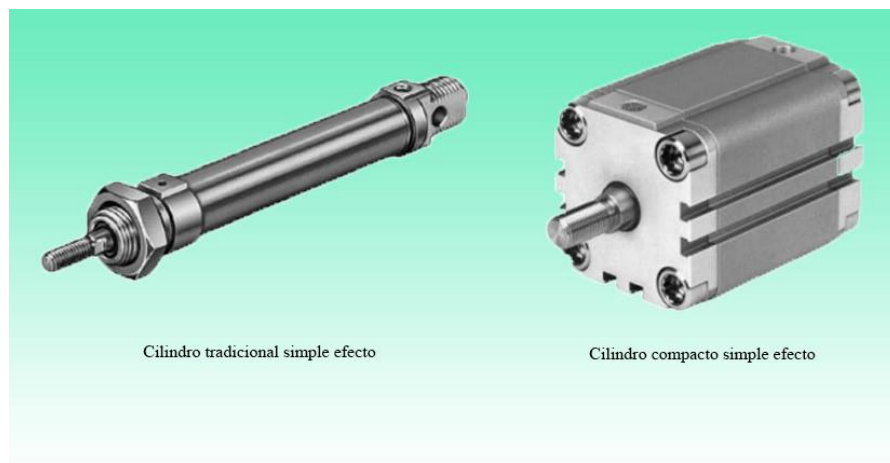
Fuente: (NEUMATICA, 2016)

Figura 16.Esquema de la clasificación de los actuadores neumáticos



Fuente: (INSTRUMENTACION, 2016) (NEUMATICA, 2016)

Figura 17.Cilindros de simple efecto



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

CAPÍTULO III

3. EQUIPOS, DISEÑO, MONTAJE Y PROGRAMACIÓN UTILIZADOS EN EL PROCESO DEL ETIQUETADO AUTOMÁTICO.

3.1 Equipos

Dentro de nuestra automatización para etiquetado automático utilizaremos el PLC S7 1500 que será el que contenga toda la programación del sistema de etiquetado controlando en el mismo al robot industrial KAWASAKI RS03N durante dicho proceso, contaremos también con el PLC S7 1200 el cual controlará la banda transportadora en todo su funcionamiento.

3.1.1 Equipos utilizados en el etiquetado automático.

- Robot industrial KAWASAKI RS03N
- PLC S7 1500
- PLC S7 1200
- Variador de frecuencia
- Banda transportadora
- Motor eléctrico
- PC

3.1.2 Accesorios utilizados en el etiquetado automático.

- Etiquetadora DUODELI MX-6600
- Cilindro de simple efecto
- Sensores
- Electroválvula
- Elementos de protección
- Manguera neumática
- Cadena-catalina
- Tarjeta Syslink

3.2 Descripción de los equipos

3.2.1 *Módulo de Control.* El módulo de control tiene la función de almacenar todos los componentes requeridos para que el proceso de etiquetado pueda funcionar, también cumple con la función de proteger dichos componentes del exterior. Los componentes que lo conforman son los siguientes:

- PLC S7 1500
- PLC S7 1200
- Variador de frecuencia G110
- Compact Switch Module CSM 1277
- Signal Board SB 1232
- Panel SIMATIC HMI Siemens KTP700 Basic PN
- Breaker
- Cable de interfaz de comunicación DB-25
- Cable de comunicación Industrial Ethernet

Figura 18. Módulo de control



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

3.2.2 *PLC SIMATIC S7 1500.* Es uno de los más recientes PLC dentro de la industria por lo que se decidió implementarlo dentro del proceso de etiquetado, siendo este el componente más importante de todo el tablero de control ya que es el cerebro de todo el

proceso, por medio de este se programa y configura toda la información necesaria para poner en marcha el dicho proceso.

Figura 19. PLC SIMATIC S7 1500



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

Tabla 11. Características CPU 1511-1 PN (6ES7 511-1AK00-0AB0)

Características CPU 1511-1 PN (6ES7 511-1AK00-0AB0)	
Step 7 TIA Portal configurable	V13.0
Tensión de alimentación	24 VDC
Memoria de trabajo para datos	1 Mbyte
Memoria de trabajo para programa	150 Kbyte
Memoria de carga (Memory Card Max)	2 Gbyte
Interfaces	1 x PROFINET
Número de puertos PROFINET	2

Fuente: (SUPPORT, 2016)

Tabla 12. Características entradas y salidas digitales DI 16x24VDC HF

Características entradas y salidas digitales DI 16x24VDC HF (6ES7521-1BH00-0AB0)	
Número de entradas y salidas	16,16
Tensión nominal de entrada	24 VDC

Fuente: (SUPPORT, 2016)

Tabla 13. Características fuente de alimentación de carga PM 190 W 120/230V CA

Características fuente de alimentación de carga PM 190 W 120/230V CA (6EP1333-4BA00)	
Tensión nominal de entrada	120/230 V CA
Frecuencia	50/60 Hz
Tensión nominal de salida	24 V

Tabla 14. (Continua)Características fuente de alimentación de carga PM 190 W
120/230V CA

Potencia de salida	190 W
Compensación de cortes de red	Si
Intensidad nominal de salida	8:00 AM

Fuente: (SUPPORT, 2016)

Tabla 15. Descripción del diseño del PLC S7 1500

Elementos	Descripción
Display	Para puesta en marcha y diagnóstico, desde el que poder diagnosticar tanto el funcionamiento de la CPU como de sus módulos. Puede acoplarse y desacoplarse de la CPU durante su funcionamiento.
Concepto de memoria innovada	Suficiente memoria para cada aplicación. Capacidad hasta 2 GB para datos de proyecto, archivos, recetas y documentos.
Concepto de diagnosis optimizado	Eficiente análisis de fallo desde Display, Web servidor, STEP 7 o HMI.
Interfaz PROFINET	Integrada en cada CPU. PN IRT (V2.2.), lo que le asegura tiempos de respuesta y alta precisión en el comportamiento de la máquina.
Tecnología integrada	Motion Control con conexión rápida a los accionamientos PROFI drive. TRACE, grabación de hasta 16 variables para una optimización precisa de los programas de control y accionamientos.

Fuente: (SIMATIC , 2013)

3.2.3 *PLC SIMATIC S7-1200 1214C AC/DC/RLY.* Al poseer un alto rendimiento se ha seleccionado este PLC, el mismo que controlará los movimientos de la banda transportadora que nos será de vital importancia en el proceso del etiquetado automático. Todo esto se realizará mediante la adición del elemento Signal Board, el mismo que nos adicionará una entrada y una salida para así comunicar a este las señales del variador de frecuencia y controlar así al motor.

Figura 20. PLC S7-1200



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

Tabla 16. Características PLC SIMATIC S7-1200 1214C AC/DC/RLY

Características PLC SIMATIC S7-1200 1214C AC/DC/RLY	
Conexiones	3 para HMI y para CPU a CPU
	1 para la programadora
	8 para instrucciones Ethernet
Comunicación	Ethernet
Memory Card	SIMATIC Memory Card (opcional)
Rango de tensión	85 a 264 V AC
Salidas digitales	10
Número de entradas	14
salida analógica	1 al integrarle el Signal Board
Intensidad disponible 24 V DC	400mA Max (alimentación de sensores)

Fuente: (SUPPORT, 2016)

3.2.4 *Variador de frecuencia G110.* Al existir un motor de ¼ HP dentro del proceso, el mismo que ayudara al movimiento de la banda transportadora se ha decidido adicionar un variador de frecuencia el cual permitirá el control de la velocidad rotacional del motor y así tener control del movimiento de la banda.

Figura 21. Variador de frecuencia G110



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

Tabla 17. Características del variador de frecuencia G110

Características del variador de frecuencia G110 CPM110 AIN.	
Tensión de alimentación	200Vca – 240Vca variación de 10%
Frecuencia de salida	0 – 650 Hz
Potencia	0,12kW a120 kW
Rango de temperatura	.10 a 50°C

Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

3.2.5 *Panel SIMATIC HMI Siemens KTP700 Basic PN.* Este es la implementación de mayor importancia dentro del laboratorio, al ser una de la primera en su tipo permitiendo a los estudiantes hacer uso de la misma y familiarizarse por completo con su uso y funcionamiento. Cabe destacar que este componente es uno de los principales dentro del tablero de control ya que desde aquí se podrá controlar y manejar el proceso del etiquetado si así se llegue a requerir. El panel cuenta con 8 botones físicos programables que permitirán una amplia variedad en su uso según la necesidad del operario, su pantalla de 7 pulgadas ayudará a tener una mejor visión del trabajo que se realice y sus 800 variables de programación permiten una infinidad de tareas a cumplir desde la misma.

Figura 22. Vista frontal y trasera de la HMI KTP 700



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

Tabla 18. Características panel HMI KTP 700 Basic PN

Características del panel HMI KTP 700 Basic PN	
Pantalla	
Tamaño (en pulgadas)	7"
Resolución /An x Al en píxeles)	800 x 480
MTBF de la retroiluminación (en h)	20
Dimensiones frontales (en mm)	214 x 158
Elementos de mando	
Teclas de función (programables)	8

Tabla 19. (Continua) Características panel HMI KTP 700 Basic PN

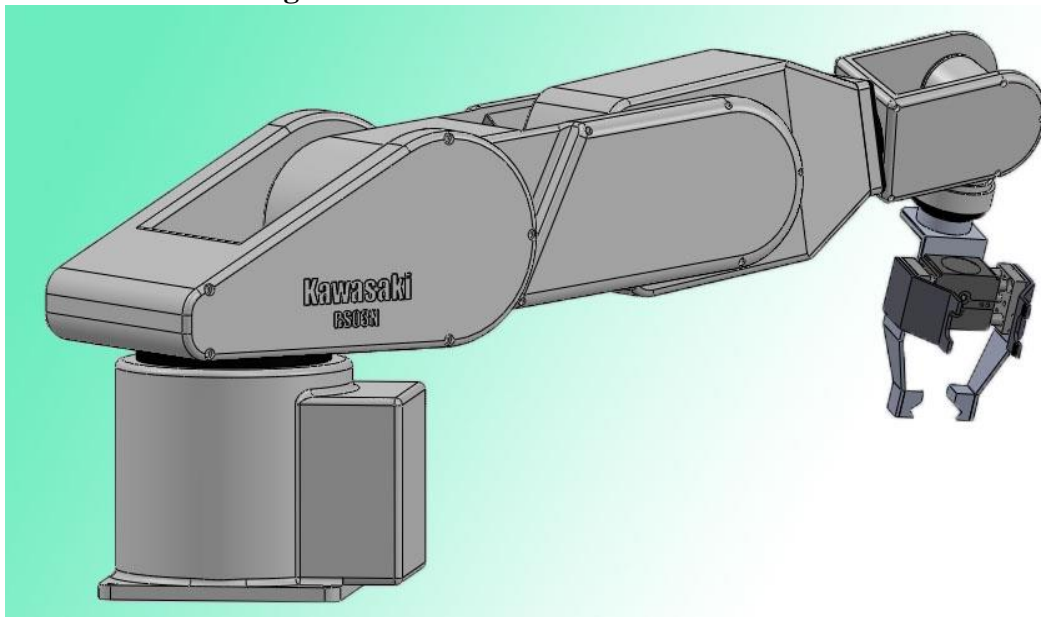
Memoria útil	
Memoria de usuario	10 MB
Funcionalidad	
Variables	800
Tensión de trabajo	24 V
Software de ingeniería	
Configuración	A partir de WinCC Basic V13

Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

3.2.6 *Robot industrial KAWASAKI RS03N.* Para la programación y enseñanza del robot utilizamos el Teach Pendant, en donde realizará la operación mediante un movimiento hacia atrás, fijará la etiqueta impresa en la probeta, para después de un determinado tiempo, con ayuda de las pinzas de sujeción tomar la probeta y colocarla en el lugar indicado para su correcta expulsión. Todos estos movimientos estarán fijados en sus respectivas señales de entradas y salidas que estarán conectadas directamente al PLC S7 1500, el mismo que permitirá controlar el robot industrial.

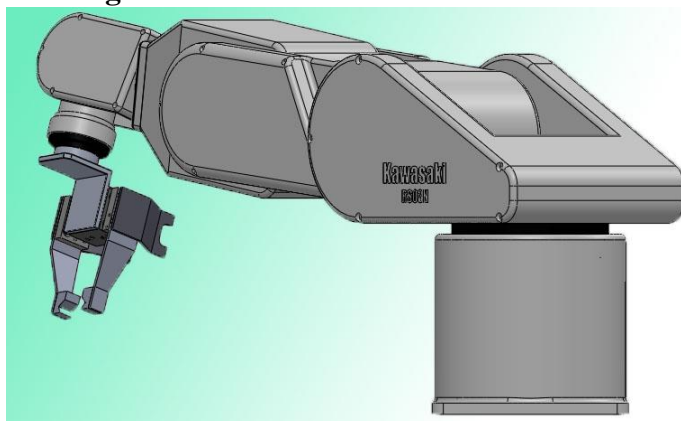
El brazo robótico recibirá dos señales de parte del PLC S7-1500, para realizar tres movimientos en el proceso de etiquetado para adherir la etiqueta a la probeta y para sacar a la misma de la simulación.

Figura 23. Vista frontal del robot industrial



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

Figura 24. Vista lateral del robot industrial



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

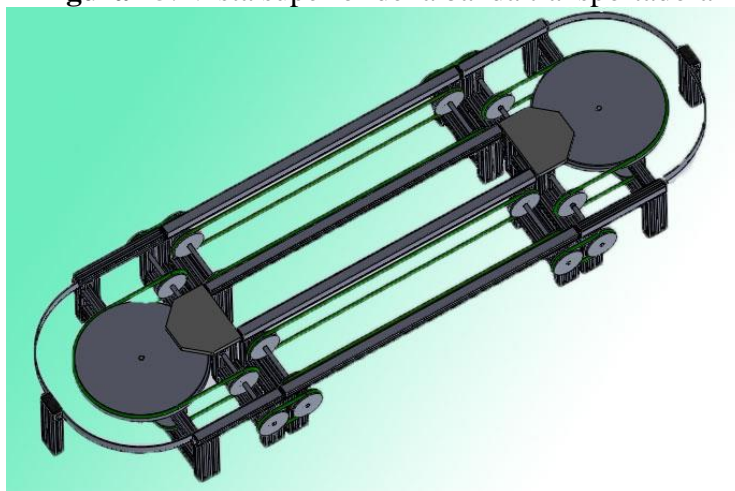
Tabla 20. Características del RS003N

Características del RS003N	
Peso	3 kg
Alcance Horizontal	620 mm
Alcance Vertical	967 mm
Máxima velocidad	6000mm/s

Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

3.2.7 *Banda Transportadora.* Su función es la de llevar el pallet que contiene la probeta a ser etiquetada, pasando por dos distintos tipos de sensores el uno óptico y el otro inductivo, todo este movimiento lo realiza con ayuda de un motor de ¼ HP conectado a un sistema de cadena-catalina.

Figura 25. Vista superior de la banda transportadora



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

3.2.8 *Etiquetadora DUODELI MX-6600.* La etiquetadora cuenta con un sistema de disparo para imprimir la etiqueta, imprime 2 líneas de hasta 10 dígitos legibles y nítidos, usa etiquetas autoadhesivas de 16 x 18,4 mm.

Figura 26. Vista lateral de la etiquetadora MX 6600



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

3.2.9 *Compact Switch Module CSM 1277.* Al ver la necesidad de comunicar distintos componentes entre sí, se agregó este módulo para de este modo comunicar por medio del cable RJ45 al PLC S7 1500 con la HMI KTP 700.

Figura 27. Compact Switch Module CSM 1277



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

Tabla 21. Características Compact Switch Module

Características Compact Switch Module	
Conexión de terminales o componentes de la red	4 conectores hembra RJ45 con ocupación MDI-X para 10/100 Mb/s.
Voltaje de alimentación	24 V DC
Consumo de corriente	70 mA
Conexión para alimentación de tensión	Bloque de bornes de 3 contactos, enchufable

Fuente: (SUPPORT, 2016)

3.2.10 *Syslink*. Se ha diseñado estas tarjetas para permitirnos una comunicación directa entre los componentes que formarán parte del etiquetado automático y el tablero de control.

Figura 28. Syslink



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

Tabla 22. Características Syslink

Características Syslink	
Número de entradas	8
Número de salidas	8
Voltaje	24 V
Comunicación	Cable DB-25

Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

3.2.11 *Breaker*. Fundamental para controlar el paso de la corriente entre los dispositivos controlados.

Figura 29. Breaker



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

Tabla 23. Características del breaker

Características breaker	
UN	415 v
I	6000 A
Marca	CAMSCO

Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

3.2.12 *Cables de comunicación DB-25.* Este cable es el indicado para este tipo de comunicación entre los componentes del tablero y a su vez con el robot industrial.

Figura 30. Cable DB-25



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

Tabla 24. Características del Cable DB-25

Características cables de interface de comunicación DB 25.	
Material	Cobre
Tipo de conexión	Serie
Clavijas	25
Longitud	6(m)
Cubierta	Plástico

Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

3.2.13 *Cable de comunicación ETHERNET RJ 45.* Con este cable comunicamos los dispositivos entre sí, a su vez el mismo nos sirve para la transferencia del lenguaje de programación desde la PC hacia el PLC.

Figura 31. Cable DB-25



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

Tabla 25. Características del cable ETHERNET RJ 45

Características cable de comunicación industrial ETHERNET RJ 45	
Material	Cobre
Recubrimiento	Plástico
Categoría	5
Longitud	6 (m)
Tasa de datos	Transferencia máxima de 100 Mbps

Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

3.2.14 *Electroválvula.* Con este elemento vamos a poder controlar el flujo del aire ya sea de encendido o de apagado del fluido. Por medio de una señal emitida desde el PLC la cual activará la electroválvula permitiendo que el proceso se cumpla ordenadamente.

Figura 32. Electroválvula



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

Tabla 26. Características de la electroválvula

Características de la electroválvula	
Marca	AIRTAC
Presión de trabajo	0-8 MPa
Voltaje de la bobina	24 VDC
Modelo	4V210-08

Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

3.2.15 *Cilindro neumático de simple efecto.* Este elemento nos ayudara a realizar el trabajo de la impresión de la etiqueta, al desplazar su elemento móvil en un único sentido.

Figura 33. Cilindro neumático de simple efecto



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

Tabla 27. Características del cilindro neumático

Características del cilindro neumático	
Marca	AIRTAC
Presión de trabajo	0-8 MPa
Modelo	ACE16X25SB

Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

3.2.16 *Sensor inductivo.* Fue seleccionado por su función de generar un campo magnético cuando su sensor de proximidad detecta un metal, provocando esta una señal.

Figura 34. Sensor inductivo



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

3.2.17 *Sensor óptico.* Seleccionado por su capacidad para detectar objetos al ser interrumpido por los mismos al igual que un ojo humano.

Figura 35. Sensor óptico



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

3.3 Montaje de los equipos y componentes

Una vez adquiridos los equipos y elementos se procedieron a seguir las especificaciones técnicas del fabricante correctamente detalladas en sus respectivos manuales, nos sirvió de mucha ayuda los manuales de montaje del PLC y del panel HMI ya que fueron muy didácticos.

3.3.1 *Montaje del PLC S7 1500.* Para el montaje de este equipo es necesario contar con los siguientes componentes:

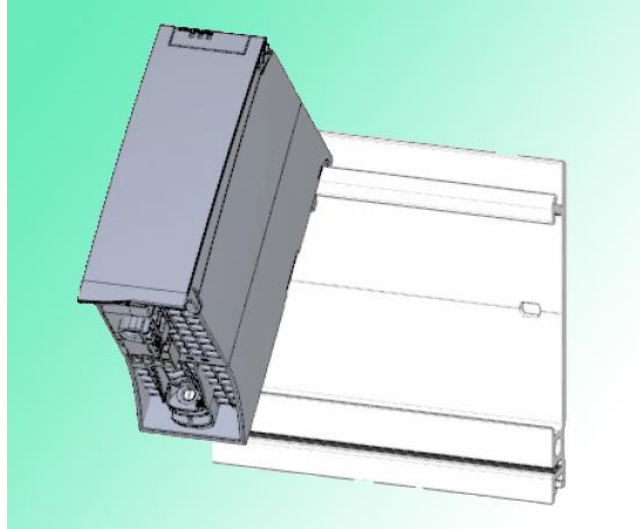
- CPU 1500
- Suministro de corriente de carga para el S7-1500
- Carril de Montaje
- Módulo de entrada digital DI 16x24 VDC
- Módulo de salida digital DQ 16x24 VDC
- Tarjeta de memoria SIMATIC con 4MB

Una vez con todos los elementos se procedió a verificar las ranuras de entradas y salidas donde irían conectados los cables para tomar en cuenta los espacios necesarios para que no sean interrumpidos dentro del tablero. Verificando esto se procedió a colocar el perfil dentro del tablero donde ira montado todo el conjunto del PLC S7 1500.

3.3.1.1 *Montaje del suministro de corriente de carga para el S7-1500.* Una vez ya fijado el carril de montaje en el tablero se ubicó el suministro de corriente de carga para el S7-1500 tal como indica el fabricante con sus respectivos valores nominales.

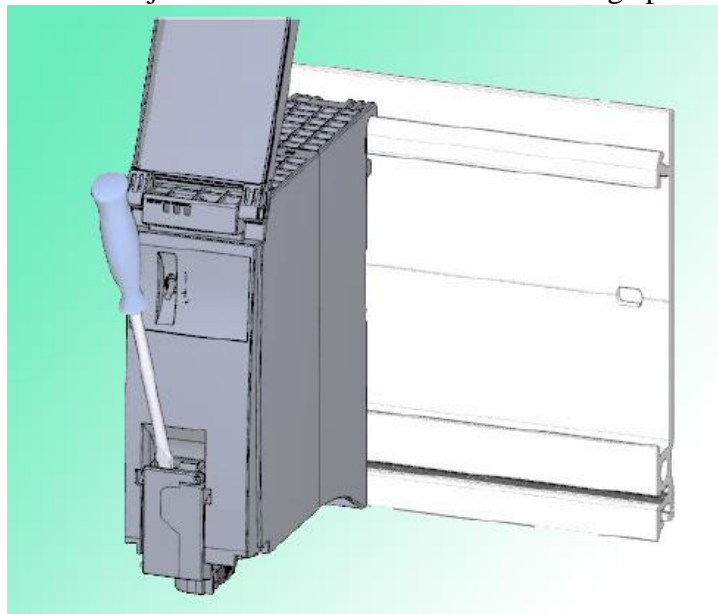
Una vez que el suministro de corriente de carga está en el carril de montaje, abrimos la cubierta frontal y extraemos el enchufe de conexión a la red, y procedemos a fijar al carril de montaje mediante el tornillo de sujeción fijándonos que ningún otro elemento interfiera en el proceso de montaje del carril y revisando que sea suficiente la distancia del cable de suministro de energía entre la fuente y dicho elemento.

Figura 36. Montaje del suministro de corriente de carga para S7-1500



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

Figura 37. Montaje del suministro de corriente de carga para S7-1500

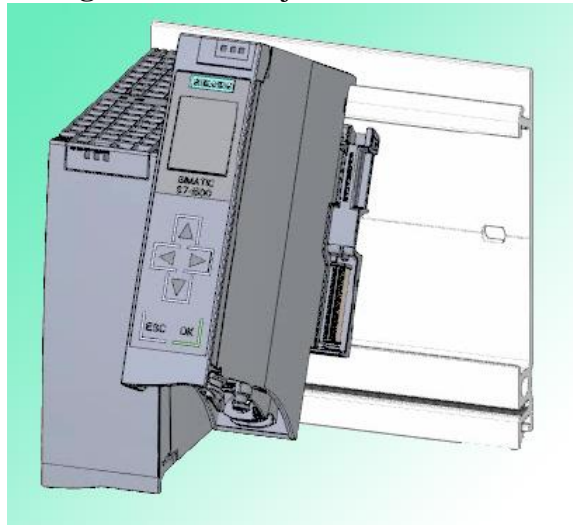


Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

3.3.1.2 *Montaje del CPU S7-1500.* Tomamos el CPU y lo ubicamos en el carril de montaje junto al suministro de corriente de carga para el mismo y finalmente se le fija con ayuda del tornillo de sujeción al carril.

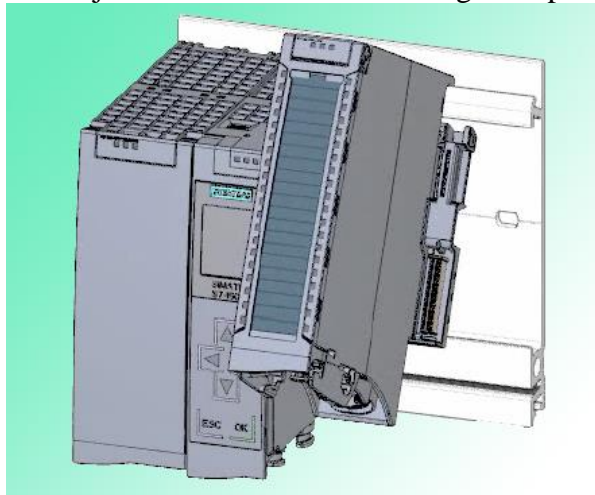
3.3.1.3 *Montaje del módulo de entrada digital DI 16x24 VDC.* Tomamos el módulo de entradas digitales y lo colocamos sobre el carril de montaje fijándolo con el tornillo de sujeción.

Figura 38. Montaje del CPU S7-1500



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

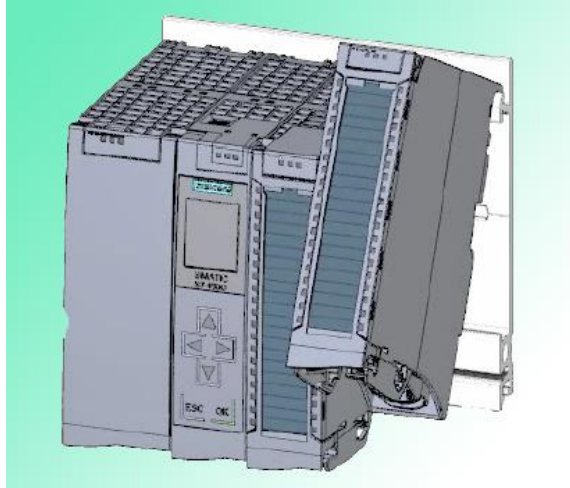
Figura 39. Montaje del módulo de entradas digitales para el S7-1500



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

3.3.1.4 *Montaje del módulo de salidas digital.* Tomamos el módulo de salidas digitales y lo colocamos sobre el carril de montaje fijándolo con el tornillo de sujeción.

Figura 40. Montaje del módulo de salidas digitales para el S7-1500

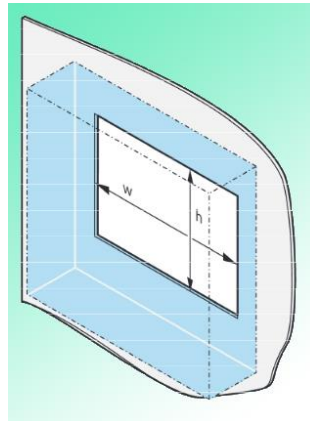


Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

Una vez completado esta etapa del montaje el conjunto del PLC S7-1500 ha sido montado por completo.

3.3.2 *Montaje del Panel HMI KTP 700.* El montaje de este dispositivo se precederá a hacer directamente sobre el módulo, para ello se debe hacer un orificio en el mismo con las medidas apropiadas para un correcto montaje.

Figura 41. Dimensiones del recorte de montaje

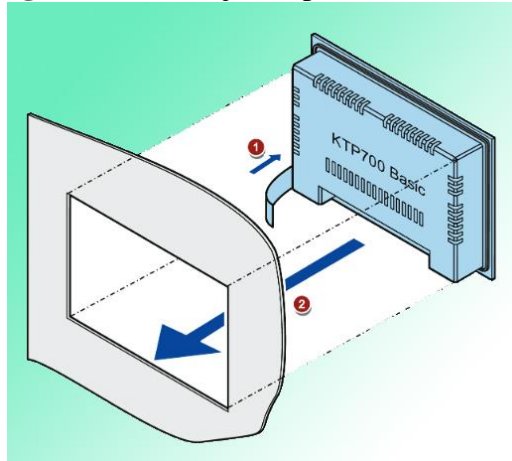


Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

Donde las medidas correspondientes son: $W = 197$ y $h = 141$, todas las dimensiones en mm.

Una vez que se ha realizado el recorte del módulo, vamos a necesitar un destornillador plano y 7 tensionadores provistos por el fabricante, de este modo se procede a colocar el panel HMI por delante del recorte antes efectuado en el módulo.

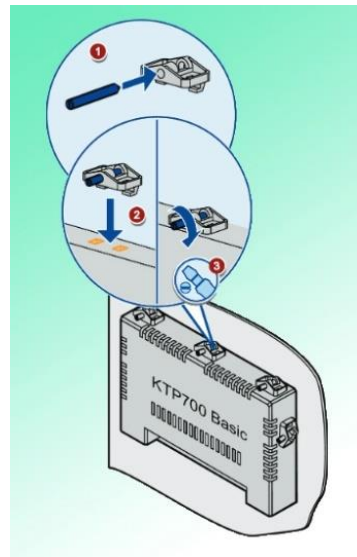
Figura 42. Montaje del panel en el recorte



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

Para la fijación del panel HMI vamos a necesitar los tensionadores que serán ubicados en sus respectivos orificios señalados.

Figura 43. Ubicación de los tensionadores en el panel HMI

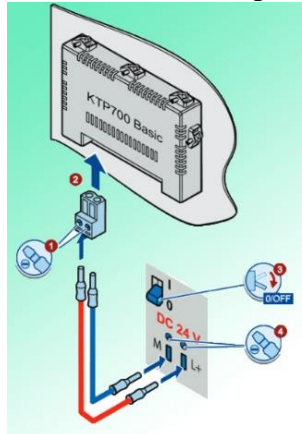


Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

Luego de haber fijado el panel HMI se procede a la conexión del panel de comunicación, es de vital importancia recordar que dicho panel se alimenta con 24 VDC ya que en caso de utilizar otro tipo de fuente de alimentación puede llegar a dañar el panel de forma irreversible.

Para esto vamos a introducir los cables que salen de la fuente de alimentación en el respectivo conector de red y no olvidar fijarlos bien con ayuda de un destornillador plano. Tomar muy en cuenta la polaridad que sea la correcta.

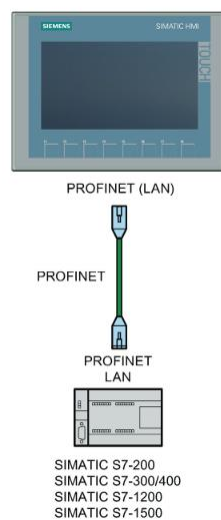
Figura 44. Conexión del panel HMI



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

Finalmente, para la conexión del panel HMI con el controlador en este caso el PLC S7-1500 se lo realizará por medio de la interfaz PROFINET, en la cual se comunicarán por medio de un cable Ethernet.

Figura 45. Comunicación del panel HMI con un controlador

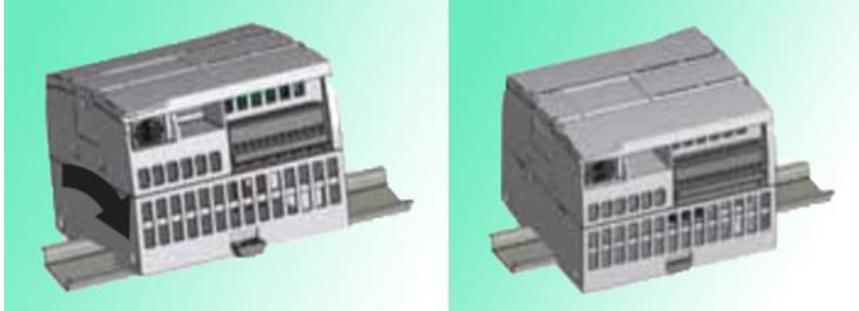


Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

3.3.3 Montaje del PLC S7-1200. El montaje se lo realiza en un perfil DIN, el mismo que será fijado en el módulo, el procedimiento es el siguiente.

- Se procede a enganchar el componente por el lado superior del perfil DIN.
- Extraer el clip de fijación de la parte inferior del CPU de manera que quede sobre el perfil.
- Girar el CPU hacia abajo hasta que quede posicionada en la manera adecuada.
- Oprimir el CPU hasta que haya encajado por completo.

Figura 46. Montaje PLC S7-1200



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

3.3.4 *Montaje del Compact Switch Module.* El montaje se lo realiza en un perfil DIN, el mismo que será fijado al módulo, de la siguiente manera:

- Enganchar la guía de la parte de arriba del CSM en el perfil DIN.
- Presionar el CSM por la parte inferior hasta que se encaje con el perfil DIN.

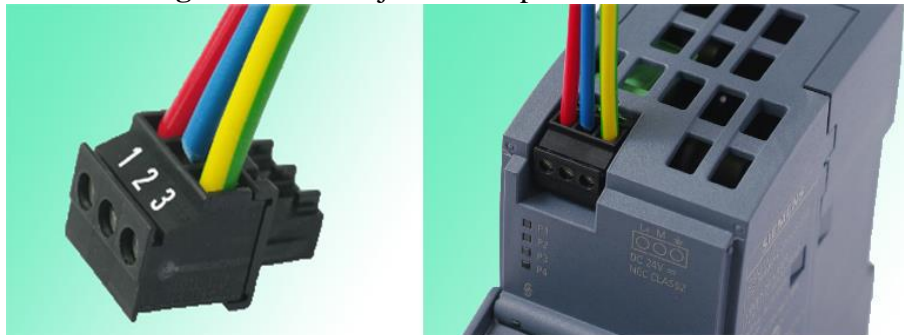
Figura 47. Montaje del Compact Switch Module



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

3.3.4.1 *Alimentación del Compact Switch Module.* La alimentación de tensión es conectada por medio de un dispositivo enchufable de 3 contactos.

Figura 48. Montaje del Compact Switch Module



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

3.3.4.2 *Comunicación del Compact Switch Module.* La comunicación se la realiza por medio de la interfaz PROFINET, con ayuda de un cable ethernet RJ45. La misma que servirá para comunicar el PLC S7 1500 con el panel HMI KTP 700.

Figura 49. Comunicación del Compact Switch Module



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

3.3.5 *Montaje de los elementos de protección.* Los elementos de protección se los monta en el perfil DIN, dentro de los cuales tenemos al breaker y el guardamotor, que son elementos que van instalados en serie con la línea de potencia.

Figura 50. Comunicación del Compact Switch Module



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

3.3.6 *Montaje de las electroválvulas y de los cilindros neumáticos de simple efecto.* Los mismos van ubicados según corresponda su uso y ubicación respectiva. No olvidar que la conexión de las electroválvulas se las realiza a 24 VDC y su respectiva señal de salida ubicada en la tarjeta Syslink.

Figura 51. Montaje de las electroválvulas



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

3.3.7 *Montaje de la etiquetadora MX 6600.* Este elemento es ubicado sobre la parte final del brazo del robot industrial evitando que interfiera con las pinzas de sujeción del mismo, para realizar esto se fabricó un soporte de aluminio que iría fijado a la etiquetadora.

Figura 52. Montaje de la etiquetadora

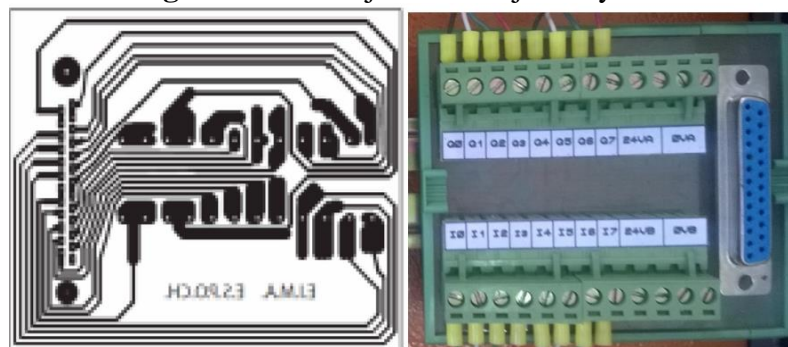


Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

3.3.8 *Tarjetas Syslink.* Las tarjetas syslink fueron diseñadas especialmente para permitir la comunicación de todos los componentes entre sí, al poseer conexiones para las entradas y salidas del PLC. Las cuales irán montadas en el perfil DIN.

3.3.8.1 *Construcción de las tarjetas Syslink.* Una vez seleccionados todos los elementos necesarios para la creación de las mismas, se procede a diseñar el circuito electrónico con ayuda del software Proteus para luego ser impreso y así poder crear el circuito en una pieza de baquelita para finalmente realizar las conexiones respectivas. No olvidar realizar una comprobación de cada uno de los puntos que mantengan su continuidad. Con ayuda de estas tarjetas podemos controlar las entradas y salidas de los sensores y las electroválvulas a utilizar en todo el proceso del etiquetado automático.

Figura 53. Montaje de las tarjetas Syslink

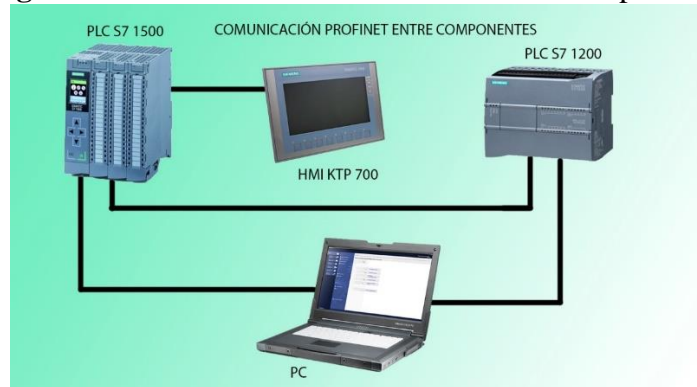


Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

3.4 Programación del etiquetado automático

3.4.1 *Comunicación de los componentes.* Dentro de la comunicación, para que se efectúe todo el proceso del etiquetado automático se ha establecido la conexión de los componentes mediante la interfaz PROFINET, con ayuda de cables ethernet RJ45 de la siguiente manera:

Figura 54. Comunicación PROFINET entre componentes



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

Como podemos ver con ayuda del PC con el software TIA PORTAL V13, enviamos la configuración respectiva sobre el proceso hacia el PLC S7 1500 en donde va a estar contenida toda la programación e información sobre todas las entradas y salidas del proceso en sí, el mismo que está conectado con el PLC S7 1200 quien controla la banda transportadora y también estará en comunicación con el panel HMI KTP 700.

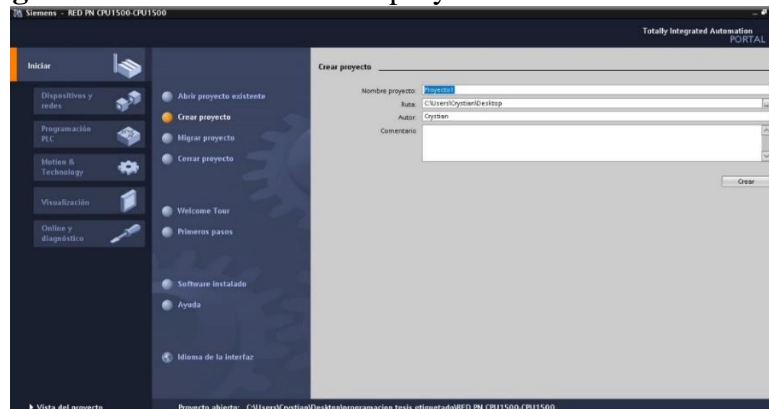
3.4.2 *Programación del proceso de etiquetado automático.* La programación se la realiza con ayuda del software TIA PORTAL V13.

3.4.2.1 *Creación del nuevo proyecto.* Luego de abrir el software TIA PORTAL V 13.

1. Se selecciona crear proyecto.
2. Se coloca el nombre del proyecto.
3. Se selecciona crear.
4. Seguido se selecciona dispositivos y redes, seguido de eso se escoge la opción de agregar dispositivo, en donde se puede escoger los controladores en este caso el PLC S7 1500 y el PLC S7 1200, también se podrá agregar el panel HMI KTP 700 con el que se va a trabajar en el proceso del etiquetado.

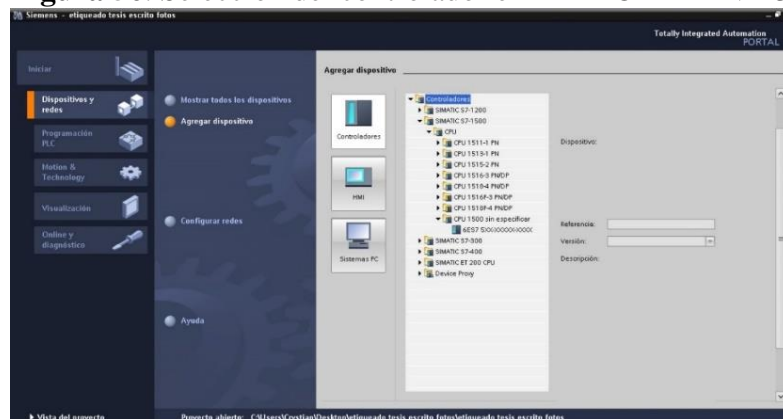
5. Para seleccionar el controlador S7 1500: Primero se ubica la sección de controladores y se escoge la serie S7 1500, se selecciona CPU 1500 sin especificar y se agrega, para que el software detecte automáticamente el controlador correcto mediante la comunicación PC-CPU.
6. Del mismo modo que el paso anterior se selecciona el controlador S7 1200, de este modo el software identificara el controlador con todos sus componentes.

Figura 55. Creación del nuevo proyecto en TIA PORTAL V 13



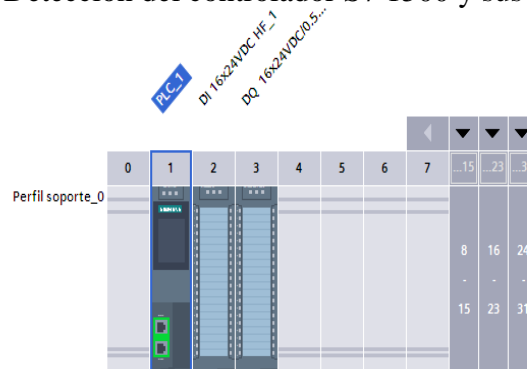
Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

Figura 56. Selección del controlador en TIA PORTAL V 13



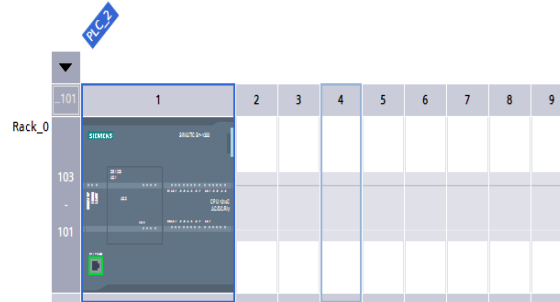
Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

Figura 57. Detección del controlador S7 1500 y sus componentes



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

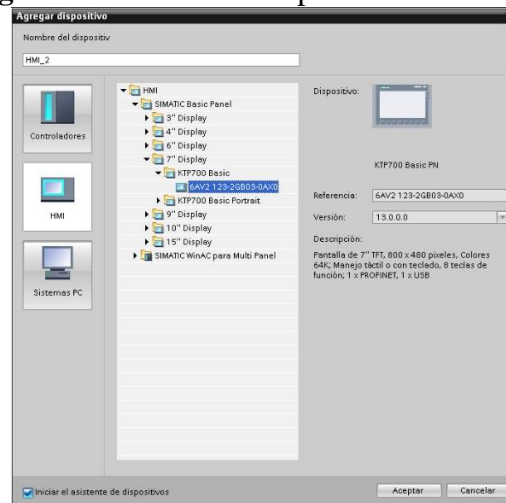
Figura 58. Detección del controlador S7 1200 y sus componentes



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

3.4.2.2 *Insertar el panel HMI KTP 700.* Dentro del proyecto creado anteriormente en la parte superior izquierda y se selecciona agregar dispositivo, se elige la opción de HMI que desplegará todas las SIMATIC Basic Panel, donde se selecciona la KTP 700 Basic con la referencia 6AV2 123-2GB03-0AX0 que es la que se va a utilizar.

Figura 59. Selección del panel HMI KTP 700



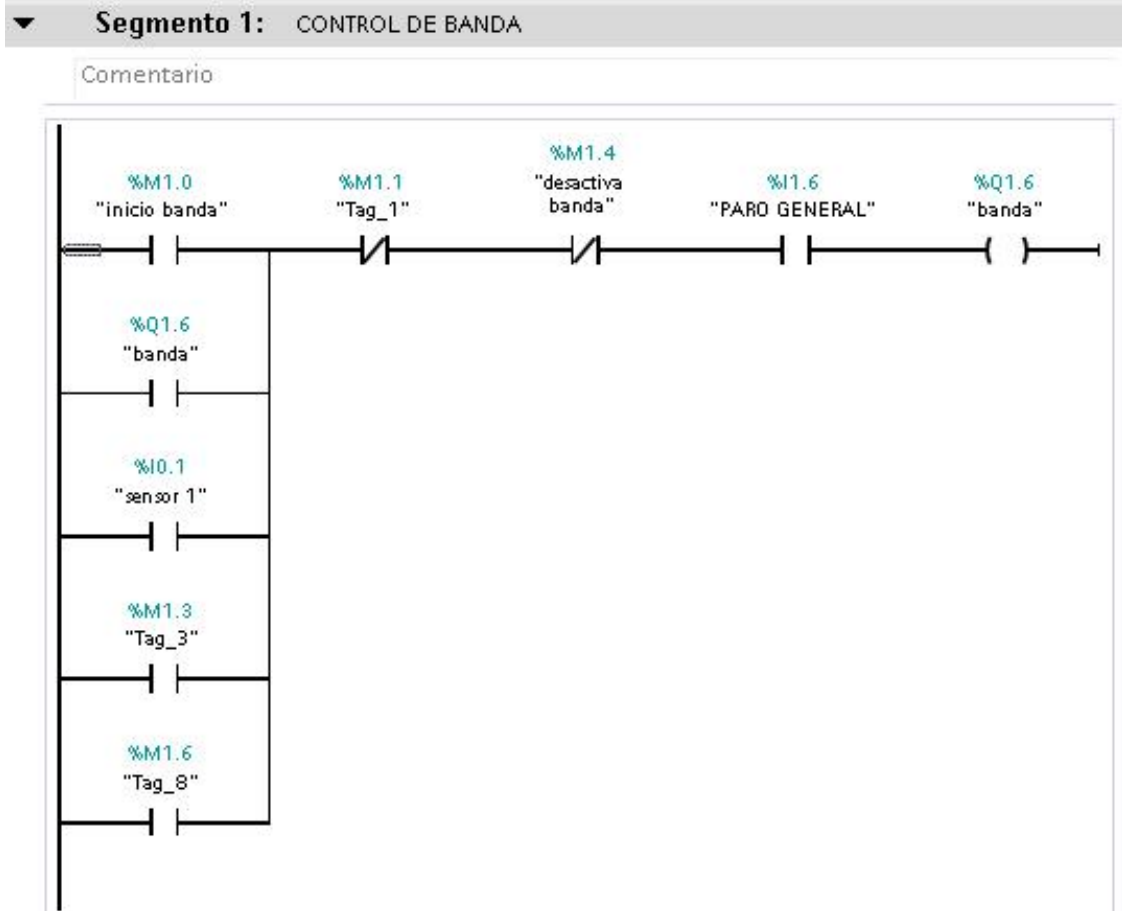
Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

Para la correcta programación de los componentes que intervienen en el etiquetado automático, se necesita que dichos componentes estén debidamente comunicados entre sí para que la programación se dé con normalidad sin ningún tipo de error.

3.4.2.3 *Programación del controlador PLC S7 1500.* Para toda la programación del proceso se ha dividido en 5 segmentos de programación.

El primer segmento es en donde están las líneas de programación que ayudará a tener el control de la banda transportadora en cada una de las diferentes etapas del proceso.

Figura 60. Líneas de programación del control de la banda transportadora



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

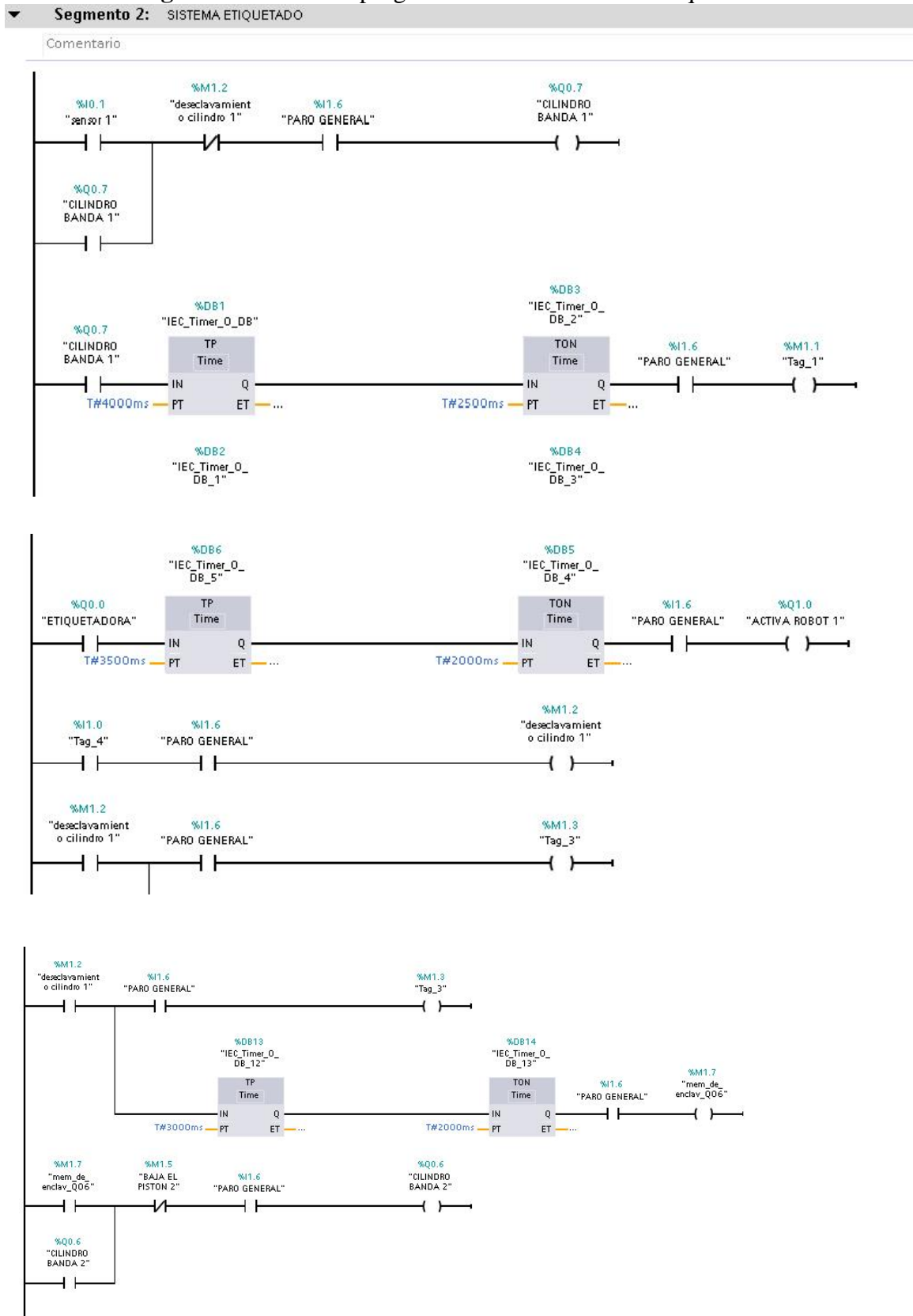
En donde la salida Q1.6 será la que permita que se active la banda transportadora y así permitir el desplazamiento de la probeta a ser etiquetada. Se ha puesto en paralelo I0.1 que es la señal del sensor inductivo, al igual que la memoria M1.3 y la memoria M1.6 que también tienen la función de activar la banda transportadora según sea necesario dentro del proceso.

En todas las líneas de programación se tiene un paro general del proceso el mismo que está identificado como la entrada I1.6, este paro se utilizará en caso de una emergencia o algún fallo en el proceso.

El segundo segmento corresponde a la programación del sistema del etiquetado de la probeta.

Cabe recalcar que la funcionalidad de la banda transportadora dará inicio al recibir las señales emitidas del plc 1200 que a su vez va a recibir las señales del plc 1500.

Figura 61. Líneas de programación del sistema de etiquetado.



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

Una vez que la probeta atraviesa el sensor inductivo identificado como I0.1, se activa el cilindro neumático N° 1 de la banda transportadora Q0.7 el mismo que se enclava dando lugar a que la banda transportadora se detenga.

Después de dos segundos de detenida la banda transportadora, actúa la señal Q0.0 la misma que activara el cilindro neumático de la etiquetadora de este modo se imprimirá la etiqueta que ira ubicada en la probeta, al pasar dos segundos de esta acción la misma señal Q0.0 activara la señal Q0.1 que es la que permitirá que el robot industrial realice su movimiento para fijar la etiqueta en la probeta.

El robot una vez que ha terminado su acción de fijar la etiqueta en la probeta emitirá una señal I1.0 que permitirá que el cilindro neumático N° 1 se desenclave y permita que el pallet que contiene la probeta siga con su trayectoria al activarse nuevamente la banda transportadora con ayuda de la memoria M1.3.

Al pasar dos segundos de la última acción el cilindro neumático N°2 con la salida Q0.6 se quedará enclavado, de ese modo el pallet quedará inmovilizado en dicho lugar.

El segmento tres corresponde al desplazamiento de la probeta etiquetada hacia la zona de expulsión.

Figura 62. Líneas de programación de la toma de la probeta.

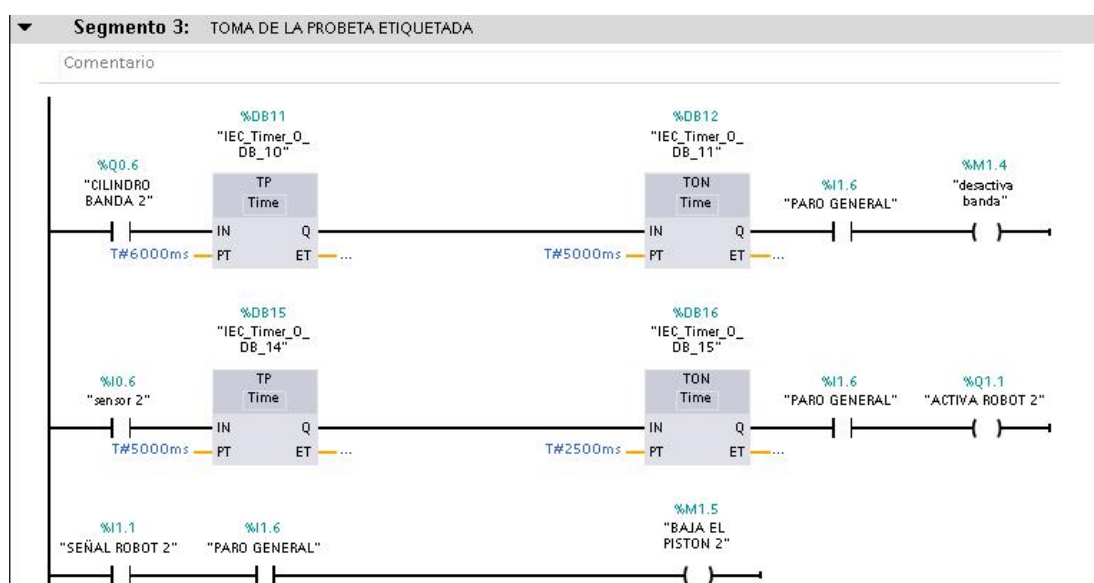
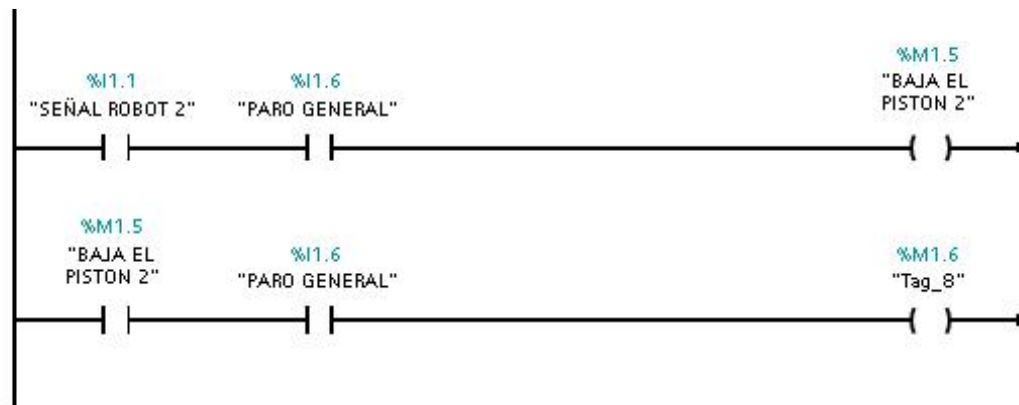


Figura 63. (Continua) Líneas de programación de la toma de la probeta.

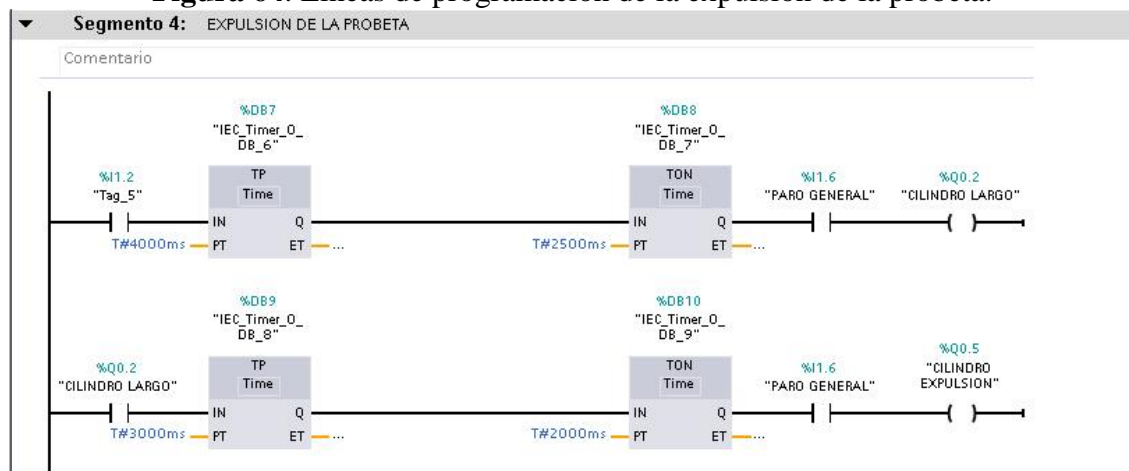


Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

Al activarse el cilindro neumático N°2 representado por Q0.6 con el pasar de cinco segundos se desactiva la banda transportadora con la activación de la memoria M1.4. En donde al reconocer el sensor óptico la probeta activará la señal Q1.1 permitiendo nuevamente la activación del robot industrial en donde el mismo tomará con las pinzas de sujeción la probeta y la ubicara en la zona de expulsión, al final emitirá una señal I1.1 la cual permitirá que el pistón neumático baje y activará la memoria M1.6 en donde nuevamente la banda transportadora empezará a moverse.

El segmento cuatro corresponde a la expulsión de la probeta.

Figura 64. Líneas de programación de la expulsión de la probeta.



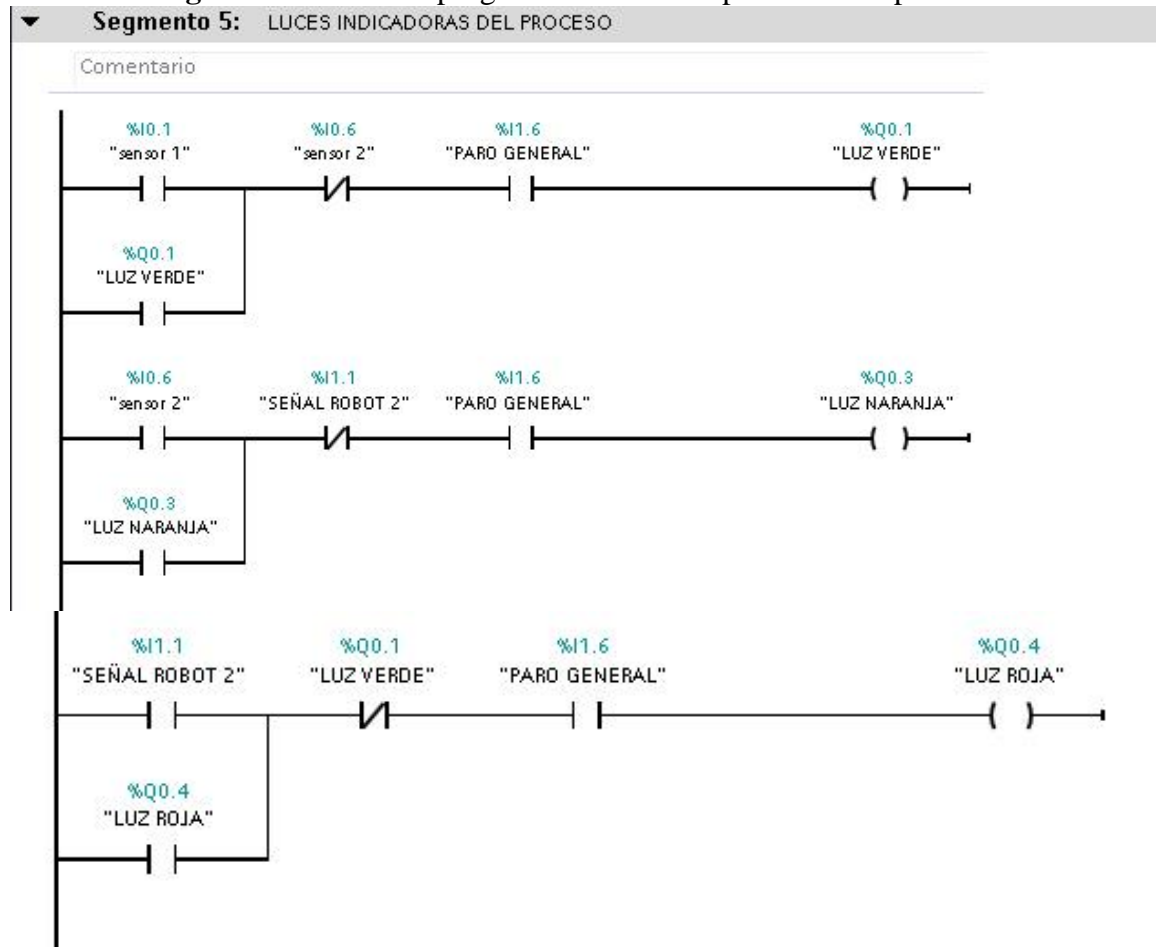
Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

Una vez ya ubicada la probeta en la zona de expulsión el robot industrial emitirá una señal I1.2 indicando que ya está en su lugar la probeta lista para ser expulsada en donde

al pasar dos segundos y medio se activará Q0.2, que es el cilindro neumático N°3 que empujara la probeta ubicándola en la zona de expulsión N°2, la misma que se activará dos segundos después de la activación de la salida Q0.2, para de ese modo activar Q0.5 que es el cilindro neumático N° 4 y así expulsar por completo la probeta etiquetada.

En el segmento cinco se han ubicado luces indicadoras del proceso.

Figura 65. Líneas de programación de la expulsión de la probeta.



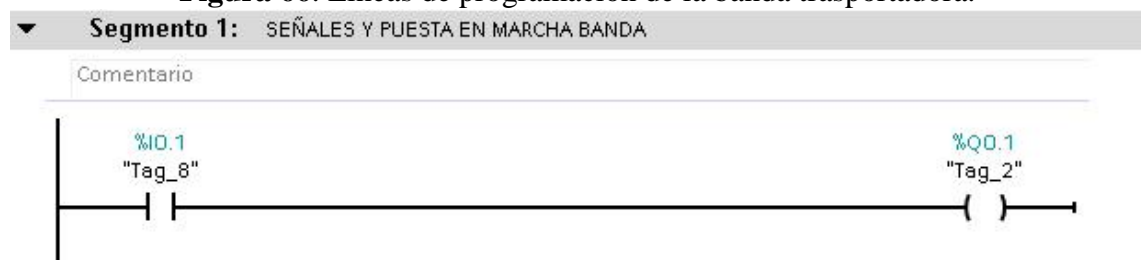
Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

Al activarse el sensor I0.1, se prendera la luz verde indicando que el proceso inicio, al activarse el sensor N°2 identificado como I0.6, encenderá la luz naranja la cual indicará que el robot industrial está sujetando la probeta y posesionándola en la zona de expulsión, finalmente con la señal del robot industrial I1.1 se activará la luz roja indicando que la probeta está en la fase de expulsión y esta será la fase final del proceso donde nuevamente toda la programación se reiniciará desde principio y así formará un proceso consecutivo.

3.4.2.4 *Programación del PLC S7 1200.* Este controlador va a contener toda la programación referente a la activación de la banda transportadora para que se desarrolle el proceso del etiquetado automático con normalidad.

En este segmento se tiene la intervención de las variables I0.1 y Q0.1 que son las que están conectadas directamente con el PLC S7 1500, en donde con la activación de la salida Q1.6 se activará la entrada I0.1 activando de este modo Q0.1 contenida en el PLC S7 1200 conectada a la salida analógica QW 80, la cual activará la banda transportadora.

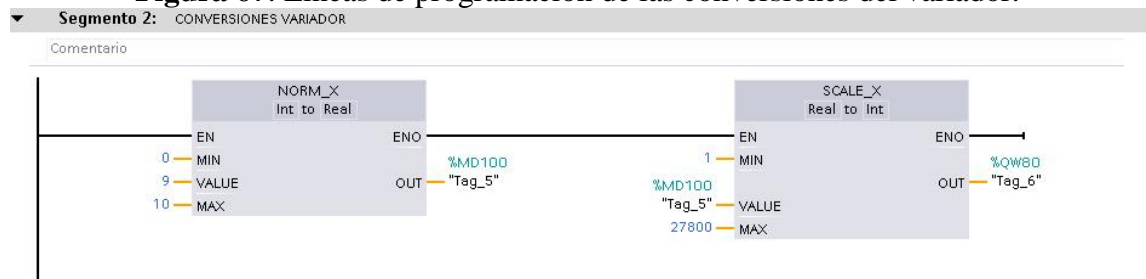
Figura 66. Líneas de programación de la banda transportadora.



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

Dentro del segmento dos se tiene las variables (NORM_X y SCALE_X), donde la primera variable NORM_X normalizará la señal analógica del sistema y la variable SCALE_X determinará los valores a ejecutar dentro de la instrucción escalar, la misma escala los valores en máximos y mínimos dando como resultado una salida.

Figura 67. Líneas de programación de las conversiones del variador.

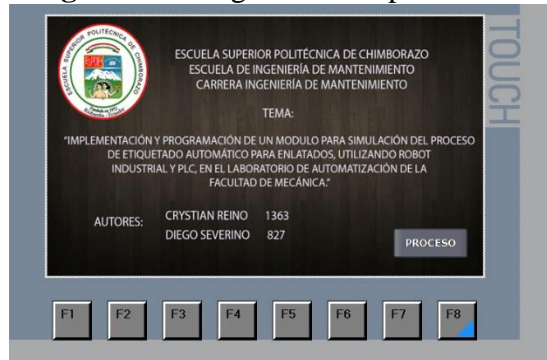


Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

3.4.3 *Programación del Panel HMI KTP 700.* Una vez concluida la programación de los controladores se procede a configurar el panel HMI de tal manera que sea didáctico para el manejo del proceso del etiquetado automático, permitiendo al usuario elegir entre un control automático y entre un control manual de cada etapa del proceso.

3.4.3.1 *Pantalla de Inicio o Imagen Raíz.* Dentro de esta pantalla se configura la imagen raíz, siendo esta la imagen por defecto al encender el panel HMI, con una imagen en formato JPG previamente diseñada, la cual contiene información sobre el proceso a presentar. Se le añadió un botón llamado PROCESO que también interactúa de igual manera al presionar el botón físico F8 del panel HMI, el cual nos llevará a otra pantalla que contendrá el proceso antes programado.

Figura 68. Imagen raíz del panel HMI.



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

3.4.3.2 *Pantalla del panel HMI del control automático.* En la pantalla de la imagen raíz se ha configurado un botón con el nombre de PROCESO, donde al presionar el mismo o a su vez el botón físico F8 se accede a la pantalla de la configuración automática en el panel HMI. La pantalla consta de cuatro botones.

El primer botón HOME (botón físico F1) nos llevará de regreso a la pantalla raíz del panel HMI, seguido de eso tenemos los botones INICIO Y PARO del proceso de etiquetado de forma automática, finalmente se ubica el botón que nos llevará a la pantalla del control manual de dicho proceso dependiendo de la necesidad del usuario dentro del proceso del etiquetado.

Figura 69. Imagen del control automático del panel HMI.



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

3.4.3.3 *Pantalla del panel HMI del control manual.* Dentro de esta pantalla se ha configurado de la siguiente manera:

1. Control del Robot Industrial. Existen dos botones, el primero FIJAR ETIQUETA tiene la función de pegar la etiqueta en la probeta. El segundo botón PINZA SUJECCIÓN tiene la función de sujetar la probeta y colocarla en la zona de expulsión.
2. Control de la etiquetadora. Este botón tiene la función de imprimir la etiqueta con ayuda del cilindro neumático colocado en la etiquetadora.
3. Control del cilindro N° 1. Está dividido en dos botones, el primero ON activará el cilindro neumático N°1 dejándolo enclavado y el segundo botón OFF desenchavará el mismo.
4. Control del cilindro N° 2. Está dividido en dos botones, el primero ON activará el cilindro neumático N°2 dejándolo enclavado y el segundo botón OFF desenchavará el mismo.
5. Expulsión de la probeta. Con la ayuda de este botón se procederá a la expulsión de la probeta una vez que el robot haya ubicado la probeta en esta posición.
6. Control de la banda. Consta de dos botones, el primero activará la banda transportadora y el segundo desactivará la banda transportadora, de este modo controlaremos el movimiento del pallet con la probeta.
7. Botón HOME. Este botón nos permitirá regresar a la imagen raíz del panel HMI.

Figura 70. Imagen del control manual del panel HMI.



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

3.4.4 *Programación del robot industrial.* La programación de este robot se realiza mediante el Teach Pental, el mismo se lo coloca en modo aprendizaje, donde se configura mediante la pantalla táctil un nuevo programa. Una vez ahí se asigna un nombre a la programación y se procede a realizar cada uno de los movimientos en sus respectivos ejes de acuerdo a la necesidad para el proceso del etiquetado automático.

Cada secuencia de movimientos quedara grabada dentro del mismo en donde se ubica las entradas y salidas respectivas al final de la secuencia deseada para controlar las mismas desde el PLC S7 1500.

Figura 71. Imagen del Teach Pental en modo aprendizaje



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

Figura 72. Control del Teach Pental



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

CAPÍTULO IV

4. MANUAL DE OPERACION, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD DE LOS EQUIPOS.

4.1 Manual de operación de los equipos

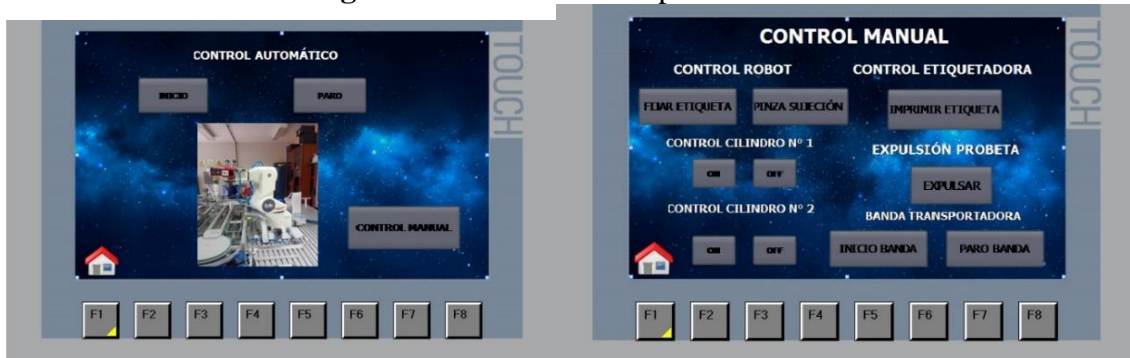
Dentro del proceso de etiquetado automático, es de vital importancia conocer el funcionamiento de cada uno de los componentes de dicho proceso a continuación, se detallarán pautas para que los estudiantes puedan sacar el máximo provecho de esta automatización y así familiarizarse con los componentes utilizados en este proceso, se añade una ficha de inspecciones ver ANEXO B.

4.1.1 *Inicio del etiquetado automático.* Para dar inicio al proceso de forma segura se procederá a verificar lo siguiente:

- Comprobar que todos los cables eléctricos estén conectados correctamente, esto incluye verificar que los que son a 110V AC estén alimentados correctamente al igual que los que son a 220V AC.
- Verificar que todos los componentes neumáticos estén en perfecto estado, no olvidar que el compresor debe estar encendido para el funcionamiento correcto de los mismos.
- Revisar que el motor y el sistema cadena-catalina no estén obstruidos y puedan funcionar con normalidad.
- Comprobar que la etiquetadora se encuentre con suficientes etiquetas para colocarlas en las probetas durante el proceso del etiquetado.
- Verificar que la banda transportadora circule sin ninguna obstrucción.
- Revisar que todos los elementos de seguridad estén conectados correctamente, para así evitar accidentes de cualquier tipo.
- Comprobar que no existan fugas de aire en todas las conexiones neumáticas a utilizar.

Una vez que se haya verificado lo citado anteriormente se procederá a ubicarse en el módulo de control y seleccionar el tipo de control que se desea ya sea automático o manual.

Figura 73. Selección del tipo de control.



Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

4.2 Mantenimiento de los componentes del etiquetado automático

Dentro del mantenimiento que se puede realizar existen tres tipos:

1. Preventivo: Previene fallas mediante revisiones periódicas
2. Correctivo: Corrige fallas o averías inesperadas
3. Predictivo: Utiliza inspecciones y análisis para predecir cuándo un componente fallará.

Siendo el mantenimiento Preventivo el más usado en nuestro caso, ya que las acciones a realizar en los equipos y componentes del etiquetado automático no requieren de mucha intervención.

La tarea más importante de mantenimiento dentro del etiquetado automático sería la limpieza periódica de todos los componentes del sistema y así evitar fallos y garantizar un óptimo funcionamiento de todo el sistema. Se detalla una lista de actividades de mantenimiento preventivo dentro del ANEXO C. Una recomendación sería realizar mantenimiento predictivo en el módulo de control del sistema a un intervalo de tiempo determinado, para así descartar cualquier anomalía dentro de algún componente y que esto impida que se realice el proceso con normalidad.

4.2.1 *Mantenimiento de los actuadores de simple efecto.* Al trabajar con actuadores de simple efecto dentro del proceso del etiquetado automático, siendo estos muy importantes para que se dé el proceso se realiza un diagnóstico de fallas en los mismos.

Tabla 28. Diagnóstico de actuadores de simple efecto.

Diagnóstico Actuadores		
Sintomas	Diagnóstico	Causa
Ruido del aire que escapa	Fugas	Las mangueras no están bien conectadas o están rotas
		Los sellos de las tapas ya no sirven
		Las conexiones del cilindro y racores están flojos
		Los empaques del émbolo o el mismo émbolo estan gastados
El émbolo tarda en comenzar su movimiento de regreso	Retardo en el retorno	El resorte de retorno ha perdido brío o esta roto
El vástago se mueve bruscamente	No entrega la potencia correcta	Pueden existir fugas o pérdidas de presión a lo largo de la línea
		Los empaques del émbolo estan gastados
		Ajustar el cilindro a la presión de trabajo deceada.
El vástago queda fuera de la posición inicial	El émbolo no retrocede completamen	El resorte de retorno ha perdido brío o esta roto
		Existen elementos dentro de la cámara del pistón que no permiten que regrese a su posicion original

Fuente: Reino, Crystian y Severino, Diego.

4.2.2 *Mantenimiento del PLC S7 1200 y S7 1500.* En este tipo de componentes se realiza un mantenimiento preventivo periódico, para así evitar que el mismo falle, a continuación, se detallan las tareas a realizar:

- Con la ayuda de destornilladores comprobamos que todos los tornillos estén sujetos dentro del componente.
- Tomamos un multímetro ya sea analógico o digital y comprobamos la continuidad en sus conexiones establecidas.
- Con la ayuda de trapos industriales, realizamos la limpieza de cualquier tipo suciedad o polvo que se aloje sobre los componentes.
- Comprobar que los cables eléctricos del componente estén en perfecto estado.

4.2.3 *Mantenimiento del panel HMI KTP 700.* Por lo general este tipo de paneles requieren de poco mantenimiento por lo que se aconseja:

- Desconectar el panel HMI de la fuente eléctrica.
- Con la ayuda de un paño de limpieza para pantallas y un líquido apropiado de limpieza, remover cualquier tipo de suciedad o polvo sobre el panel HMI.

4.3 Manual de seguridad de los componentes del etiquetado automático

El objetivo de este manual es evitar situaciones donde se puedan producir accidentes o averías dentro de todo el sistema del etiquetado automático.

Al trabajar con aire comprimido estamos en una situación de peligro al no estar informados sobre las normas que se deben tener presentes las mismas que son:

- Las inspecciones y el respectivo mantenimiento se realizarán una vez confirmado que todos los elementos estén en posiciones seguras.
- Antes de cualquier tipo de mantenimiento en el sistema neumático, se debe cortar la presión de alimentación y a su vez eliminar todo el aire residual.
- No manipular ningún elemento sin antes conocer su funcionamiento.
- Dejar el espacio necesario para un correcto mantenimiento entre elementos.
- Comprobar que no existen fugas de aire al aplicar presión, si es así detener el proceso.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

El proceso de etiquetado fue programado a través del sistemas de automatización SIMATIC S7- 1500 que comprende el PLC del mismo nombre estableciendo los parámetros de funcionamiento en conexión con el PLC S7 -1200 que es el encargado del control de la banda transportadora y del variador de frecuencia , que se complementa al envió de las señales de entradas de parte de los sensores así como las señales de salida representadas por los cilindros neumáticos a través del software step 7 que maneja el TIA portal para todas las tareas de automatización relacionadas principalmente con el PLC S7- 1500, el HMI, los ajustes PID ,la conexión mediante profinet y PROFIBUS.

A través del Teach Pendant del brazo robótico KAWASAKI RS03N se consiguió programar los movimientos y coordenadas mediante el envió y recepción de dos señales a través del PLC S7- 1500, parámetros como el movimiento del etiquetado que al recibir la señal de activación del cilindro 1 después de un tiempo predeterminado el brazo prosigue a ejercer el desplazamiento de la etiquetadora sobre el enlatado y continuando con un segundo movimiento que lo traslada hacia la otra parte de proceso que al captar la segunda señal una vez desenclavado el cilindro 2 el brazo ejerce el tercer movimiento que es el de e sacar el enlatado hacia el siguiente proceso completando así una secuencia lógica automatizada sucesiva .

Para el proceso de ensamblado se logró mediante la adaptación de la etiquetadora manual y un cilindro lineal de simple efecto para su activación automática en el brazo del robot completando así el conjunto de etiquetado principal complementado por la banda trasportadora, el semáforo de señalización y los demás elementos de control que hicieron del proceso algo muy novedoso por diferenciarse de los sistemas de etiquetado convencionales.

El proceso de etiquetado del presente trabajo de titulación desarrollado en Laboratorio de Automatización de la ESPOCH se puede considerar que es netamente para uso pedagógico ya que las características físicas y programables representan sistemas utilizados con tecnologías que se usan en la industria y que pueden ser manipulables por parte de los estudiantes que requieran el uso de estos elementos a través de guías de mantenimiento ,seguridad y operación para la comprensión y un mejor uso de los sistemas automatizados que hoy en día abarcan los procesos industriales en los cuales como ingenieros de mantenimiento estaremos inmersos algún día.

5.2 Recomendaciones

Implementar a través de tesis futuras el proceso de empaquetado mediante el uso del brazo robótico industrial para complementar y cerrar el ciclo de procesos que empiezan desde el ensamblado de un elemento, su almacenaje, su etiquetado hasta el punto en que se lo empaca para su distribución.

Implementar una programación esclavo maestro mediante el sistema de automatización SIMATIC S7- 1500 para comunicar o enlazar los diferentes procesos de los trabajos de titulación relacionados con el brazo robótico y los PLC.

Fortalecer los conocimientos de automatización mediante la actualización de tecnologías y la implementación de las mismas, así como cursos que sean más prácticos para los estudiantes donde interactúen directamente con los diferentes tipos de procesos automatizados que podemos encontrar en la industria.

Usar softwares aplicados a la industria que faciliten la familiarización de estos hacia el estudiante para que en el desenvolvimiento del mismo en el ámbito laboral no sea un obstáculo y permita el desarrollo de las actividades para la realización de un trabajo de calidad.

BIBLIOGRAFÍA

CORONA GUTIERRES, Gustavo. Automatización. Guadalajara-Mexico. 2010. 314pp.

GARCIA, E. Automatización y control de procesos industriales. Valencia-España. 2001. 850pp.

BARRETO. *monografias.com*. [En línea] 2016. [consultado el: 28 de MARZO del 2017.] Disponible: <http://www.monografias.com/trabajos75/controladores-programables/controladores-programables.shtml>.

IELECTSERGIO. *ielectsergio.wordpress.com*. [En línea] 2016. [Consultado el: 13 de MARZO del 2017.] Disponible: <https://ielectsergio.wordpress.com/proyecto-de-aula/>.

INSTRUMENTACION. *wikipedia.org*. [En línea] 22 de ABRIL de 2016. [Consultado el: 09 de marzo de 2017.] Disponible: https://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_inductivo.

NEUMATICA. *wikipedia.org*. [En línea] 5 de OCTUBRE de 2016. [Consultado el: 13 de abril de 2017.] Disponible : <https://es.wikipedia.org/wiki/Actuador>.

NULLE, LN. *LUCAS NULLE*. [En línea] 2015. [Consultado el: 22 de JULIO de 2016.] Disponible: <https://www.lucasnuelle.es/index.php/page/2273/apg/5797/Robotindustrial.htm?print=>.

S.R.L., EDITORES. *EDITORES-SRL*. [En línea] 2014. [Consultado el: 13 de marzo de 2017.] Disponible: http://www.editorssrl.com.ar/revistas/ic/118/siemens_simatic_s7_1500_tia_portal.

SALEON. *GUIAENVASE*,. <http://www.guiaenvase.com>. [En línea] 2016. [Consultado el: 12 de marzo de 2017.] Disponible: <http://www.guiaenvase.com/bases/guiaenvase.nsf/V02wn/Etiquetas%20?Opendocument&lang>.

SIEMENS. *CACHE.SIEMENS*. [En línea] 2016. [Consultado el: 23 de MARZO de 2017.] Disponible: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/792/59191792/att_895926/v1/s71500_et200mp_system_manual_es-ES_es-ES.pdf.

SIMATIC . *automation.siemens*. [En línea] ENERO de 2013. [Consultado el: 13 de marzo de 2017.] Disponible: <http://centro.simondecolumbia.net:8000/claro107/claroline/backends/download.php?url=L1BFUklGRVJJQV9ERVMvaW5mb1BMQ19uZXRfczcXNTAwX3N5c3RlbV9tYW51YWxfZXMtRVNfZXMtRVMucGRm&cidReset=true&cidReq=GDSA>.

SISMATIC1500. *masvoltaje*. [En línea] 2016. [Consultado el: 24 de MARZO de 2017.] Disponible:<http://masvoltaje.com/196-simatic-s7-1500>.

STEP_7. *wikipedia.org*. [En línea] 29 de diciembre de 2016. [Consultado el: 13 de marzo de 2017.]Disponible: https://es.wikipedia.org/wiki/STEP_7.

SUPPORT. *SIEMENS.COM*. [En línea] OCTUBRE de 2016. [Consultado el:27deMARZOde2017.]Disponible:<https://support.industry.siemens.com/cs/document/59191792/simatic-s7-1500-et-200mp-automatisierungssystem?dti=0&lc=de-WW>.

TIA, PORTAL. *slide share*. [En línea] 2013. [consultado el: 10 de marzo de 2017.] Disponible:<http://es.slideshare.net/johnpir/manual-manejo-tia-portal-siemens>.